

明 細 書

サンプリングレート変換装置、符号化装置、復号化装置、およびこれらの方法

技術分野

[0001] 本発明は、サンプリングレート変換装置、符号化装置、復号化装置、およびこれらの方法に関する。

背景技術

[0002] 今日、コンパクトディスク用の44.1kHz、DAT(Digital Audio Tape)、デジタルVTR、もしくは衛星テレビジョン用の32kHzもしくは48kHz、またはDVDオーディオ信号用の48kHzもしくは96kHzというように、多くの異なるサンプリングレートが存在する。従って、再生装置もしくは記録装置のデコーダの内部サンプリングレートが、これから復号化しようとするデータのサンプリングレートと異なる場合、サンプリングレートを変換する必要がある。このサンプリングレートの変換を行う従来装置としては、例えば、特許文献1に示すものがある。

[0003] また近年、有線系でのADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)や光ファイバの普及、または無線系でのW-CDMA(Wideband - Code Division Multiple Access)や無線LANの実用化等により、ネットワークにおける伝送路容量が大きく改善され、それに伴い音声通信において信号帯域を広げることによる高臨場感化および高品質化が求められてきている。

[0004] 現在、狭帯域信号を符号化する代表的な方式に、ITU(International Telecommunication Union)で規格化されているG. 726、G. 729等がある。また、広帯域信号を符号化する代表的な方法として、ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector)のG722、G722.1や、3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)のAMR-WB等がある。

[0005] さらに最近、IP(Internet Protocol)ネットワーク等の様々なネットワーク環境で利用されることを意図して、音声符号化方式にスケーラブル機能の実現が求められている。スケーラブル機能とは、符号化コードの一部からでも、音声信号を復号できる機能

を表す。このスケーラブル機能を有することにより、条件の良い通信路では全ての符号化コードを用いて高品質な音声信号を復号し、条件の悪い通信路では符号化コードの一部のみ伝送することでパケットロスの発生の頻度を抑えることができる。また、多地点間での通信時におけるネットワーク資源の効率化等の効果が得られるようになる。

- [0006] このスケーラブル機能を有する高品質な符号化方式の実現には、様々なサンプリングレートを利用して符号化を行う必要性がある。例えば、サンプリングレートが8kHzの信号をITU-Tで規格化されているG. 726、G. 729等の方式を用いて符号化を行い、サンプリングレートが16kHzの領域でその誤差信号をさらに符号化することで、信号帯域の拡張による品質の改善およびスケーラブル性が実現できる。
- [0007] 図1は、スケーラブル符号化を行う符号化装置の代表的な構成を示したブロック図である。この例では、レイヤ数 $N=3$ であり、レイヤ n で取り扱う信号のサンプリングレートを $FS(n)$ と表し、 $FS(1)=16[\text{kHz}]$ 、 $FS(2)=24[\text{kHz}]$ 、 $FS(3)=32[\text{kHz}]$ であるとする。
- [0008] 入力端子11を介してダウンサンプリング部12に入力された音響信号(音声信号、オーディオ信号等)は、サンプリング周波数が32kHzから16kHzへとダウンサンプリングされ、第1レイヤ符号化部13に与えられる。第1レイヤ符号化部13は、入力された音響信号と符号化後に生成される復号信号との間の聴感的な歪が最小となるように第1符号化コードを決定する。この第1符号化コードは多重化部26に送られるとともに第1レイヤ復号化部14に送られる。第1レイヤ復号化部14は、第1符号化コードを用いて第1レイヤ復号信号を生成する。アップサンプリング部15は、第1レイヤ復号信号のサンプリング周波数を16kHzから24kHzへアップサンプリングし、この信号を減算器18および加算器21に与える。
- [0009] また、入力端子11を介してダウンサンプリング部16に入力された音響信号は、サンプリング周波数が32kHzから24kHzへとダウンサンプリングされ、遅延部17に与えられる。遅延部17は、ダウンサンプリング後の信号を所定の時間長だけ遅延させる。減算器18は、遅延部17の出力信号とアップサンプリング部15の出力信号との差を求め、第2レイヤ残差信号を生成し、第2レイヤ符号化部19に与えられる。第2レイヤ符

号化部19は、第2レイヤ残差信号を聴感的に品質改善が成されるように符号化を行い、第2符号化コードを決定し、この第2符号化コードを多重化部26および第2レイヤ復号化部20に与える。第2レイヤ復号化部20は、第2符号化コードを用いて復号処理を行い、第2レイヤ復号残差信号を生成する。加算器21は、前述の第1レイヤ復号信号と第2レイヤ復号残差信号との和をとり、第2レイヤ復号信号を生成する。アップサンプリング部22は、第2レイヤ復号信号のサンプリング周波数を24kHzから32kHzへアップサンプリングし、この信号を減算器24に与える。

- [0010] さらに、入力端子11を介して遅延部23に入力された音響信号は、所定の時間長だけ遅延され、減算器24に与えられる。減算器24は、遅延部23の出力信号とアップサンプリング部22の出力信号との差をとり、第3レイヤ残差信号を生成する。この第3レイヤ残差信号が第3レイヤ符号化部25に与えられる。第3レイヤ符号化部25は、第3レイヤ残差信号を聴感的に品質改善が成されるように符号化を行い、第3符号化コードを決定し、多重化部26にその符号化コードを与える。多重化部26は、第1レイヤ符号化部13、第2レイヤ符号化部19、および第3レイヤ符号化部25から得られた符号化コードを多重化し、出力端子27を介し出力する。

特許文献1:特開2000-68948号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0011] しかしながら、上記のようにG. 726やG. 729、またはAMR-WBのような時間領域の符号化方式に基づいてスケーラブル機能を実現する符号化装置においては、種々の信号のサンプリングレートを変換する必要がある(上記の例では、ダウンサンプリング部12、アップサンプリング部15、ダウンサンプリング部16、およびアップサンプリング部22が必要)、符号化装置の構成が複雑になり、符号化の処理演算量も増大するという問題がある。また、この符号化装置によって符号化された信号を復号する復号化装置の回路構成も複雑になり、復号化の処理演算量が増大する。
- [0012] 本発明の目的は、回路規模を縮小でき、符号化の処理演算量も削減できるサンプリングレート変換装置および符号化装置、この符号化装置によって符号化された信号を復号する復号化装置、およびこれらの方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明では、入力信号に対し、時間領域でサンプリング変換(特に、アップサンプリング)を行う代わりに、周波数領域でスペクトルの有効周波数帯域を拡張することにより、時間領域の信号においてアップサンプリングを行った場合と等価な信号を得る。
- [0014] 本発明のサンプリングレート変換装置は、入力された時間領域信号を周波数領域変換して第1スペクトルを得る変換手段と、得られた第1スペクトルの周波数帯域を拡張する拡張手段と、拡張後の第1スペクトルの拡張された周波数帯域に第2スペクトルを挿入する挿入手段と、を具備する構成を採る。
- [0015] この構成によれば、入力された時間領域の信号を周波数領域の信号に変換し、得られたスペクトルの周波数帯域を拡張することにより、時間領域においてアップサンプリングした信号と等価な信号を得ることができる。また、符号化装置の回路規模を縮小でき、符号化の処理演算量も削減することができる。
- [0016] 本発明の符号化装置は、入力されたサンプリング周波数が F_x の信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析して N_a 点の第1スペクトルを得る変換手段と、得られた第1スペクトルの周波数帯域を N_b 点に拡張する拡張手段と、拡張後の第1スペクトルの拡張された周波数帯域に挿入される第2スペクトルを特定し、この第2スペクトルを表す符号化コードを出力する符号化手段と、を具備する構成を採る。
- [0017] この構成によれば、時間領域でのサンプリング変換をせずに、サンプリングレート $F_S = F_x \cdot N_b / N_a$ のスペクトルを得ることができる。
- [0018] 本発明の符号化装置は、上記の構成において、前記第2スペクトルは、前記第1スペクトルに基づいて生成される構成を採る。
- [0019] この構成によれば、デコーダで得られる情報を基に拡張スペクトルを生成することができるため、低ビットレート化が可能になる。
- [0020] 本発明の符号化装置は、上記の構成において、前記第2スペクトルは、サンプリング周波数が F_y の入力信号を $2 \cdot N_b$ 点で周波数分析して求められるスペクトルの内、 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域に含まれるスペクトルと類似するように決定される構成を採る。
- [0021] この構成によれば、拡張スペクトルを原信号のスペクトルを基準に決定することができる。

きるため、より精度の高い拡張スペクトルを求めることができる。

- [0022] 本発明の符号化装置は、上記の構成において、前記符号化手段は、 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域を2つ以上のサブバンドに分割し、それぞれのサブバンド毎に前記第2スペクトルを表す符号化コードを出力する構成を採る。
- [0023] この構成によれば、スケーラブル機能を有する符号化コードを生成できるという効果が得られる。
- [0024] 本発明の符号化装置は、上記の構成において、前記サンプリング周波数が F_x の信号は、階層符号化における下位レイヤで復号化された信号である構成を採る。
- [0025] この構成によれば、複数レイヤの符号化部より構成される階層符号化に本発明を適用することができ、最小限のサンプリング変換のみで階層符号化を実現できる。
- [0026] 本発明の復号化装置は、サンプリング周波数が F_x の信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析して $0 \leq k < N_a$ の周波数帯域の第1のスペクトルを取得する取得手段と、符号化コードを受信し、 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域の第2のスペクトルを復号する復号化手段と、前記第1および第2のスペクトルを結合して $0 \leq k < N_b$ の周波数帯域のスペクトルを生成する生成手段と、 $0 \leq k < N_b$ の周波数帯域に含まれるスペクトルを時間領域の信号に変換する変換手段と、を具備する構成を採る。
- [0027] この構成によれば、上記いずれかに記載の符号化装置により生成された符号化コードを復号することができる。
- [0028] 本発明の復号化装置は、上記の構成において、前記第2のスペクトルは、 $0 \leq k < N_a$ の周波数帯域のスペクトルに基づいて生成される構成を採る。
- [0029] この構成によれば、デコーダで得られる情報を基に拡張スペクトルを生成する符号化方法による符号化コードを復号することができるため、低ビットレート化が可能になる。
- [0030] 本発明の復号化装置は、上記の構成において、前記生成手段によって得られた結合後のスペクトルの周波数帯域の幅が、予め定められた幅と一致するように前記結合後のスペクトルの高域部に規定値を挿入するか若しくは前記結合後のスペクトルの高域部を廃棄する手段、をさらに具備する構成を採る。
- [0031] この構成によれば、ネットワークの状況等の要因によって受信されるスペクトルの帯

域幅が変動する場合でもスペクトルの帯域幅が一定になるよう処理を加えた後に復号信号を生成するために所望のサンプリングレートの復号信号を安定して生成することができる。

[0032] 本発明の復号化装置は、上記の構成において、前記サンプリング周波数が F_x の信号は、階層符号化における下位レイヤで復号化された信号である構成を採る。

[0033] この構成によれば、複数レイヤの符号化部より構成される階層符号化により求められた符号化コードを復号することができる。

発明の効果

[0034] 本発明によれば、符号化装置の回路規模を縮小でき、符号化の処理演算量も削減することができる。また、この符号化装置によって符号化された信号を復号する復号化装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0035] [図1]スケーラブル符号化を行う符号化装置の代表的な構成を示したブロック図
[図2]実施の形態1に係るスペクトル符号化装置の主要な構成を示すブロック図
[図3]図3Aは第1スペクトルを表す図、図3Bは有効周波数帯域を拡張された後のスペクトルを表す図
[図4A]スペクトルの有効周波数帯域を拡張する処理の効果を原理的に説明するための図
[図4B]スペクトルの有効周波数帯域を拡張する処理の効果を原理的に説明するための図
[図5]実施の形態1に係る無線送信装置の主要な構成を示すブロック図
[図6]実施の形態1に係る符号化装置の内部構成を示すブロック図
[図7]実施の形態1に係るスペクトル符号化部の内部構成を示すブロック図
[図8]実施の形態1に係るスペクトル符号化部のバリエーションを示すブロック図
[図9]実施の形態1に係る無線受信装置の主要な構成を示すブロック図
[図10]実施の形態1に係る復号化装置の内部構成を示すブロック図
[図11]実施の形態1に係るスペクトル復号化部の内部構成を示すブロック図
[図12]図12Aおよび図12Bは実施の形態1に係る帯域拡張部で行われる処理につ

いて説明する図

[図13]スペクトルが実施の形態1に係る結合部および時間領域変換部における処理を経てどのように復号信号が生成されるかを示した図

[図14A]実施の形態1に係る符号化装置が有線通信システムに適用された場合の送信側の主要な構成を示したブロック図

[図14B]実施の形態1に係る復号化装置が有線通信システムに適用された場合の受信側の主要な構成を示したブロック図

[図15]実施の形態2に係る復号化装置の主要な構成を示すブロック図

[図16]実施の形態2に係るスペクトル復号化部の内部構成を示すブロック図

[図17]実施の形態2に係る修正部の処理をより詳細に説明するための図

[図18]実施の形態2に係る修正部の処理をより詳細に説明するための図

[図19]実施の形態2に係るスペクトル復号化部の動作をさらに説明するための図

[図20A]実施の形態2に係るスペクトル復号化部の動作をさらに説明するための図

[図20B]実施の形態2に係るスペクトル復号化部の動作をさらに説明するための図

[図21]実施の形態3に係る通信システムの主要な構成を示す図

[図22]実施の形態4に係る通信システムの主要な構成を示す図

発明を実施するための最良の形態

[0036] 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

[0037] (実施の形態1)

図2は、本発明の実施の形態1に係るスペクトル符号化装置100の主要な構成を示すブロック図である。

[0038] 本実施の形態に係るスペクトル符号化装置100は、サンプリングレート変換部101、入力端子102、スペクトル情報特定部106、および出力端子107を有する。また、サンプリングレート変換部101は、周波数領域変換部103、帯域拡張部104、および拡張スペクトル付与部105を有する。

[0039] スペクトル符号化装置100には、入力端子102を介し、サンプリングレート F_x でサンプリングされた信号が入力される。

[0040] 周波数領域変換部103は、この信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析することにより時

間領域の信号を周波数領域の信号に変換(周波数領域変換)し、第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Na$)を算出する。そして、求められた第1スペクトル $S1(k)$ を帯域拡張部104に与える。ここで、周波数分析は、修正離散コサイン変換(MDCT)を用いる。MDCTは、前後の隣接フレームと分析フレームを半分ずつ重ね合わせて分析を行い、分析フレームの前半部は奇関数、後半部は偶関数となる直交基底を使うことにより、フレーム間の歪がキャンセルされるという特徴がある。なお、周波数分析の方法として、離散フーリエ変換(DFT)、離散コサイン変換(DCT)等を使用することも可能である。

- [0041] 帯域拡張部104は、入力された第1スペクトル $S1(k)$ の周波数 $k=Na$ 以降に新たなスペクトルを付与できるように新たな領域(周波数帯域)を確保し、第1スペクトル $S1(k)$ の有効周波数帯域を $0 \leq k < Nb$ に拡張する。この有効周波数帯域を拡張する処理については後ほど詳述する。
- [0042] 拡張スペクトル付与部105は、帯域拡張部104にて拡張された周波数帯域に外部から入力される拡張スペクトル $S1'(k)$ ($Na \leq k < Nb$)を付与し、スペクトル情報特定部106に出力する。
- [0043] スペクトル情報特定部106は、拡張スペクトル付与部105から与えられたスペクトルのうち、拡張スペクトル $S1'(k)$ を特定するために必要な情報を符号化コードとして出力端子107を介し出力する。この符号化コードは、拡張スペクトル $S1'(k)$ のサブバンドエネルギーを表す情報や有効周波数帯域を表す情報等である。この詳細についても後述する。
- [0044] 次いで、上記の帯域拡張部104が第1スペクトル $S1(k)$ の有効周波数帯域を拡張する処理の詳細について、図3Aおよび図3Bを用いて説明する。
- [0045] 図3Aは、周波数領域変換部103より与えられる第1スペクトル $S1(k)$ を表しており、図3Bは、帯域拡張部104において有効周波数帯域を拡張された後のスペクトル $S1(k)$ を表している。帯域拡張部104は、第1スペクトル $S1(k)$ の周波数 k が $Na \leq k < Nb$ の範囲で表される周波数帯域に新規のスペクトル情報を格納できる領域を確保する。この新規な領域の大きさは $Nb - Na$ で表される。
- [0046] ここで Nb は、入力端子102を介し外部から与えられる信号のサンプリングレート F_x

と周波数領域変換部103の分析長 $2 \cdot Na$ と復号化部(図示せず)にて復号される信号のサンプリングレート Fy との関係から決まる。具体的には、次式により、 Nb は設定される。

[数1]

$$Nb = Na \cdot \frac{Fy}{Fx} \quad \dots \text{(式 1)}$$

[0047] また、 Nb が決まっているときに、復号化部で復号される信号のサンプリングレート Fy は次式により決定される。

[数2]

$$Fy = Fx \cdot \frac{Nb}{Na} \quad \dots \text{(式 2)}$$

[0048] 例えば、 $Na=128$ 、 $Fx=16\text{kHz}$ の条件で符号化部を設計し、復号化部で $Fy=32\text{kHz}$ の復号信号を生成する場合には、 $Nb=128 \cdot 32 / 16 = 256$ とする必要がある。よって、この場合には、 $128 \leq k < 256$ の領域を確保することになる。また、別の例としては、 $Na=128$ 、 $Nb=384$ 、 $Fx=8\text{kHz}$ の条件で符号化部を設計した場合には、復号化部で生成される復号信号のサンプリングレートは、 $Fy=8 \cdot 384 / 128 = 24\text{kHz}$ となる。

[0049] 図4Aおよび図4Bは、帯域拡張部104において行われたスペクトルの有効周波数帯域を拡張する処理の効果を原理的に説明するための図である。図4Aは、サンプリングレート Fx の信号を分析長 $2 \cdot Na$ で周波数分析した際に得られるスペクトル $Sa(k)$ を表している。横軸は周波数、縦軸はスペクトル強度を表す。

[0050] 信号の有効周波数帯域は、ナイキスト定理から $0 \sim Fx/2$ となる。このとき、分析長が $2 \cdot Na$ であるので、周波数インデックス k の範囲は $0 \leq k < Na$ となり、スペクトル $Sa(k)$ の周波数解像度は $Fx / (2 \cdot Na)$ となる。他方、同一信号をサンプリングレート Fy へとアップサンプリングした後に、分析長 $2 \cdot Nb$ で周波数分析して得られるスペクトル $Sb(k)$ を図4Bに示すと、信号の有効周波数帯域は $0 \sim Fy/2$ まで拡張されており、周波数インデックス k の範囲は $0 \leq k < Nb$ となる。ここで、 Nb が(式1)を満足する場合、スペクトル $Sb(k)$ の周波数解像度 $Fy / (2 \cdot Nb)$ は、 $Fx / (2 \cdot Na)$ と等しくなる。すなわち

、帯域 $0 \leq k < N_a$ のスペクトル $S_a(k)$ とスペクトル $S_b(k)$ とは等しくなる。逆の見方をすると、スペクトル $S_a(k)$ ($0 \leq k < N_a$)の帯域を N_b まで広げたときのスペクトル $S_b(k)$ は、サンプリング F_x の信号をサンプリング F_y にアップサンプリングした後に、分析長 $2 \cdot N_b$ で周波数分析して得られるスペクトルと一致する、ことを意味する。この原理を利用することにより、時間領域においてアップサンプリングすることなく、アップサンプリングされた信号と等価のスペクトルを得ることができる。

[0051] このように、サンプリングレート変換部101において、入力された時間領域の信号を周波数領域の信号に変換し、得られたスペクトルの有効周波数帯域を拡張することにより、時間領域においてアップサンプリングした信号を周波数変換して求められるスペクトルと等価なスペクトルを得ることができる。

[0052] なお、サンプリングレート変換部101から出力される信号は周波数領域の信号であるため、時間領域の信号が必要とされる場合は、時間領域変換部を設けて時間領域への再変換を行えば良い。上記の例では、サンプリングレート変換部101はスペクトル符号化装置100内に設置されているので、時間領域の信号に戻すことなく周波数領域の信号のままスペクトル情報特定部106に入力され、符号化コードが生成される。

[0053] ここで、拡張スペクトル付与部105に入力される拡張スペクトルの選択と、スペクトル情報特定部106におけるスペクトル情報の特定の仕方とを調整することにより、スペクトル情報特定部106から出力される符号化コードの符号化率は異なってくる。すなわち、サンプリングレート変換部101内の一部の処理は符号化にも大きな影響を与えている。これは、スペクトル符号化装置100が、入力信号のサンプリングレートの変換と符号化とを同時に実現していることを意味している。

[0054] また、ここでは説明を簡単にするために、拡張スペクトル付与部105において拡張スペクトルが元のスペクトルに付与される場合を例にとって説明したが、スペクトル情報特定部106で行われる処理は、拡張スペクトルを特定するために必要な情報を符号化コードとして出力することであるため、付与されるべき拡張スペクトルが特定されていれば充分であるので、必ずしも拡張スペクトルが実際に付与されなければならないわけではない。

- [0055] また、ここではサンプリングレート変換の一例としてアップサンプリングを例にとりて説明したが、上記の原理はダウンサンプリングの場合にも適用できる。
- [0056] 図5は、本実施の形態に係る符号化装置120が無線通信システムの送信側に搭載された場合の無線送信装置130の主要な構成を示すブロック図である。
- [0057] この無線送信装置130は、符号化装置120、入力装置131、A/D変換装置132、RF変調装置133、およびアンテナ134を有する。
- [0058] 入力装置131は、人間の耳に聞こえる音波W11を電気的信号であるアナログ信号に変換し、A/D変換装置132に出力する。A/D変換装置132は、このアナログ信号をデジタル信号に変換し、符号化装置120に出力する(信号S1)。符号化装置120は、入力されたデジタル信号S1を符号化して符号化信号を生成し、RF変調装置133に出力する(信号S2)。RF変調装置133は、符号化信号S2を変調して変調符号化信号を生成し、アンテナ134に出力する。アンテナ134は、変調符号化信号を電波W12として送信する。
- [0059] 図6は、上記の符号化装置120の内部構成を示すブロック図である。ここでは、階層符号化(スケーラブル符号化)を行う場合を例にとりて説明する。
- [0060] 符号化装置120は、入力端子121、ダウンサンプリング部122、第1レイヤ符号化部123、第1レイヤ復号化部124、遅延部126、スペクトル符号化部100a、多重化部127、および出力端子128を有する。
- [0061] 入力端子121には、サンプリングレートFyの音響信号S1が入力される。ダウンサンプリング部122は、入力端子121を介し入力された信号S1にダウンサンプリングを施してサンプリングレートFxの信号を生成し、出力する。第1レイヤ符号化部123は、このダウンサンプリング後の信号を符号化し、得られた符号化コードを多重化部(マルチプレクサ)127に出力すると共に、第1レイヤ復号化部124にも出力する。第1レイヤ復号化部124は、この符号化コードを基に第1レイヤの復号信号を生成する。
- [0062] 一方、遅延部126は、入力端子121を介し入力される信号S1に対し、所定の長さの遅延を与える。この遅延の大きさは、信号がダウンサンプリング部122、第1レイヤ符号化部123、および第1レイヤ復号化部124を介した際に生じる時間遅れと同値とする。スペクトル符号化部100aは、第1レイヤ復号化部124から出力されるサンプリ

ングレート F_x の信号 S_3 と、遅延部126から出力されるサンプリングレート F_y の信号 S_4 とを用いてスペクトル符号化を行い、生成した符号化コード S_5 を多重化部127に出力する。多重化部127は、第1レイヤ符号化部123で求められる符号化コードとスペクトル符号化部100aで求められる符号化コード S_5 を多重化し、出力コード S_2 として出力端子128を介し出力する。この出力コード S_2 は、RF変調装置133に与えられる。

[0063] 図7は、上記のスペクトル符号化部100aの内部構成を示すブロック図である。なお、このスペクトル符号化部100aは、図2に示したスペクトル符号化装置100と同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0064] スペクトル符号化部100aの特徴は、サンプリングレート F_y の入力信号 S_3 のスペクトルを利用して、拡張スペクトル $S_1'(k)$ ($N_a \leq k < N_b$)を付与することである。これによれば、拡張スペクトル $S_1'(k)$ を決定するための目標信号が与えられるため、拡張スペクトル $S_1'(k)$ の精度が向上し、結果として品質向上につながるという効果が得られる。

[0065] 周波数領域変換部112は、入力端子111を介し入力されたサンプリングレート F_y の信号 S_4 を分析長 $2 \cdot N_b$ にて周波数分析し、第2スペクトル $S_2(k)$ ($0 \leq k < N_b$)を求める。ここで、サンプリング周波数 F_x 、 F_y 、および分析長 N_a 、 N_b には(式1)で表される関係が成立しているものとする。

[0066] スペクトル情報特定部106は、拡張スペクトル $S_1'(k)$ を表す符号化コードを決定する。ここでは、拡張スペクトル $S_1'(k)$ を周波数領域変換部112にて求められた第2スペクトル $S_2(k)$ を利用して決定する。スペクトル情報特定部106は、拡張スペクトル $S_1'(k)$ の形状を決定するステップと拡張スペクトル $S_1'(k)$ のゲインを決定するステップとの2つのステップを経て符号化コードを決定する。

[0067] まず、拡張スペクトル $S_1'(k)$ の形状を決定するステップについて以下説明する。

[0068] このステップでは、第1スペクトル $S_1(k)$ の帯域 $0 \leq k < N_a$ を利用して、拡張スペクトル $S_1'(k)$ を決定する。その具体的な方法として、次式に示すように、周波数軸上である固定値 C だけ離れた第1スペクトル $S_1(k)$ を拡張スペクトル $S_1'(k)$ にコピーする。

[数3]

$$S1'(k) = S1(k - C) \quad (Na \leq k < Nb) \quad \dots \text{ (式 3) } \cdot$$

[0069] ここでCは、あらかじめ定められた固定値であり、 $C \leq Na$ の条件を満たす必要がある。この方法では、拡張スペクトル $S1'(k)$ の形状を表すための情報は符号化コードとして出力されない。

[0070] また別の方法として、上記のように固定値Cではなく、ある定められた範囲 $T_{\text{MIN}} \sim T_{\text{MAX}}$ の値をとる変数Tを用い、拡張スペクトル $S1'(k)$ と第2スペクトル $S2(k)$ の形状が最も類似するときの変数Tの値 T' を符号化コードの一部として出力しても良い。このとき、拡張スペクトル $S1'(k)$ は次式で表される。

[数4]

$$S1'(k) = S1(k - T') \quad (Na \leq k < Nb) \quad \dots \text{ (式 4) }$$

[0071] 次に、スペクトル情報特定部106にて行われる拡張スペクトル $S1'(k)$ のゲインを決定するステップについて以下説明する。

[0072] 拡張スペクトル $S1'(k)$ のゲインは、第2スペクトル $S2(k)$ の帯域 $Na \leq k < Nb$ のパワと一致するように決定される。具体的には、次式に従い、パワの偏差Vを算出し、この値を量子化して得られるインデックスを符号化コードとして出力端子107を介し出力する。

[数5]

$$V = \sqrt{\frac{\sum_{k=Na}^{Nb-1} S2(k)^2}{\sum_{k=Na}^{Nb-1} S1'(k)^2}} \quad \dots \text{ (式 5) }$$

[0073] また、拡張スペクトル $S1'(k)$ を複数のサブバンドに分割し、それぞれのサブバンドについて独立に符号化コードを決定する態様でも良い。かかる場合、拡張スペクトル $S1'(k)$ の形状を決定するステップにおいては、サブバンド毎に(式4)に表される T' をそれぞれ決定して符号化コードとして出力しても良いし、共通の T' を一つだけ決定して符号化コードとして出力しても良い。そして、拡張スペクトル $S1'(k)$ のゲインを決定するステップにおいては、サブバンド毎にパワの偏差 $V(j)$ を算出し、この値を量

子化して得られるインデックスを符号化コードとして出力端子107を介して出力する。
サブバンド毎のパワの変動量は、次式で表される。

[数6]

$$V(j) = \sqrt{\frac{\sum_{k=BL(j)}^{BH(j)} S2(k)^2}{\sum_{k=BL(j)}^{BH(j)} S1'(k)^2}} \quad \dots (式6)$$

- [0074] ここで、jはサブバンドの番号を表し、BL(j)は第jサブバンドの最小周波数に相当する周波数インデックス、BH(j)は第jサブバンドの最大周波数に相当する周波数インデックスを表す。このようにサブバンド毎に符号化コードを出力する構成にすることで、スケーラブル機能を実現することができる。
- [0075] なお、図7に示したような、第2スペクトルS2(k)を算出する態様とは別に、図8に示すように、サンプリングレートFyの信号をLPC分析する態様(スペクトル符号化部100b)でも良い。すなわち、サンプリングレートFyの信号をLPC分析してLPC係数を求め、このLPC係数を用いて拡張スペクトルS1'(k)を決定することもできる。この構成では、LPC係数をDFTしてスペクトル情報に変換し、このスペクトルを用いて拡張スペクトルS1'(k)を決定することができる。
- [0076] このように、本実施の形態の符号化装置によれば、符号化装置の回路規模を縮小でき、符号化の処理演算量も削減することができる。
- [0077] また、上記の効果の他に、スケーラブル符号化に本実施の形態の符号化装置を適用した場合には、次のようなさらなる効果が得られる。
- [0078] 従来のように時間領域にてサンプリングレート変換を行う場合は、エイリアシングの発生を避けるために入力信号を低域通過フィルタ(以後LPFと呼ぶ)に通す必要がある。一般に、時間領域でフィルタリング処理を行うと、入力信号に対して出力信号に時間遅れ(遅延)が生じる。LPFにFIR型フィルタを適用する場合には、カットオフ特性を急峻にするためにフィルタ次数を大きくする必要があり、演算量の大幅な増加と共にフィルタ次数の半分のサンプル値に相当する時間遅れが生じてしまう。
- [0079] 例えば、サンプリング周波数Fs=24kHzの信号に対して256次のフィルタを適用

した場合には、サンプリングレート変換だけで5ms以上の遅延が生じる。こういった遅延の発生は、双方向音声通話へ適用した場合、通話相手の反応が遅くなったように感じてしまい問題である。

[0080] また、LPFにIIR型フィルタを使用した場合には、比較的次数を少なくしてもカットオフ特性を急峻にすることができ、かつFIR型フィルタほど遅延が大きくなることはない。しかし、IIR型フィルタではFIR型フィルタのように全周波数で生じる遅延量が一定となるフィルタを設計することができない。これは、スケーラブル符号化において、入力信号からサンプリングレート変換後の信号を減算するときに、サンプリングレート変換後の信号の時間遅れに合わせて入力信号に一定の遅延量を与える必要があるが、IIR型のLPFを用いた場合には周波数に対する遅延量が一定でないため、その減算処理が的確に行えないという問題が生じる。

[0081] 本実施の形態の符号化装置は、スケーラブル符号化において発生するこれらの問題点を解消することができる。

[0082] 図9は、無線送信装置130から送信された信号を受信する無線受信装置180の主要な構成を示すブロック図である。

[0083] この無線受信装置180は、アンテナ181、RF復調装置182、復号化装置170、D/A変換装置183、および出力装置184を有している。

[0084] アンテナ181は、電波W12としてのデジタルの符号化音響信号を受けて電気信号のデジタルの受信符号化音響信号を生成してRF復調装置182に与える。RF復調装置182は、アンテナ181からの受信符号化音響信号を復調して復調符号化音響信号S11を生成して復号化装置170に与える。

[0085] 復号化装置170は、RF復調装置182からのデジタルの復調符号化音響信号S11を受けて復号化処理を行ってデジタルの復号化音響信号S12を生成してD/A変換装置183に与える。D/A変換装置183は、復号化装置170からのデジタルの復号化音響信号S12を変換してアナログの復号化音声信号を生成して出力装置184に与える。出力装置184は、電氣的信号であるアナログの復号化音声信号を空気の振動に変換して音波W13として人間の耳に聴こえるように出力する。

[0086] 図10は、上記の復号化装置170の内部構成を示すブロック図である。ここでも、階

層符号化された信号を復号する場合を例にとって説明する。

- [0087] この復号化装置170は、入力端子171、分離部172、第1レイヤ復号化部173、スペクトル復号化部150、および出力端子176を有する。
- [0088] 入力端子171には、RF復調装置182から階層符号化されたコードS11が入力される。分離部172は、入力端子171を介し入力された復調符号化音響信号S11を分離し、第1レイヤ復号化部173用の符号化コードとスペクトル復号化部150用の符号化コードとを生成する。第1レイヤ復号化部173は、分離部172で得られた符号化コードを用いてサンプリングレート F_x の復号信号を復号し、この復号信号S13をスペクトル復号化部150に与える。スペクトル復号化部150は、分離部172で分離された符号化コードS14と第1レイヤ復号化部173で生成されたサンプリングレート F_x の信号S13に対し、後述するスペクトル復号化を行い、サンプリングレート F_y の復号信号S12を生成し、出力端子176を介しこれを出力する。
- [0089] 図11は、上記のスペクトル復号化部150の内部構成を示すブロック図である。
- [0090] このスペクトル復号化部150は、入力端子152、153、周波数領域変換部154、帯域拡張部155、復号部156、結合部157、時間領域変換部158、および出力端子159を有する。
- [0091] 入力端子152には、サンプリングレート F_x でサンプリングされた信号S13が入力される。また、入力端子153には、拡張スペクトル $S1'(k)$ に関する符号化コードS14が入力される。
- [0092] 周波数領域変換部154は、入力端子152から入力された時間領域信号S13に対し分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析を行い、第1スペクトル $S1(k)$ を算出する。周波数分析法は、修正離散コサイン変換(MDCT)を用いる。MDCTは、前後の隣接フレームと分析フレームを半分ずつ重ね合わせて分析を行い、分析フレームの前半部は奇関数、後半部は偶関数となる直交基底を使うことにより、フレーム間の歪がキャンセルされるという特徴がある。このようにして求められた第1スペクトル $S1(k)$ は、帯域拡張部155に与えられる。なお、周波数分析法としては、離散フーリエ変換(DFT)、離散コサイン変換(DCT)等を使用することも可能である。
- [0093] 帯域拡張部155は、入力された第1スペクトル $S1(k)$ の周波数 $k = N_a$ 以降に新たに

スペクトルを付与できるような領域を確保し、第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Nb$ となるようにする。帯域が拡張された第1スペクトル $S1(k)$ は、結合部157に出力される。

[0094] 一方、復号部156は、入力端子153を介し入力された拡張スペクトル $S1'(k)$ に関する符号化コード $S14$ を復号して、拡張スペクトル $S1'(k)$ を得て、結合部157に出力する。

[0095] 結合部157は、帯域拡張部155より与えられた第1スペクトル $S1(k)$ と拡張スペクトル $S1'(k)$ を結合させる。この結合は、第1スペクトル $S1(k)$ の帯域 $Na \leq k < Nb$ に拡張スペクトル $S1'(k)$ を挿入することにより実現される。この処理により得られる第1スペクトル $S1(k)$ は、時間領域変換部158に出力される。

[0096] 時間領域変換部158は、スペクトル符号化部100aで施された周波数領域変換の逆変換に相当する時間領域変換処理を施し、適切な窓関数の乗算および重ね合わせ加算を経て、時間領域の信号 $S12$ を生成する。このようにして生成された時間領域の信号 $S12$ は、復号信号として出力端子159を介して出力される。

[0097] 次いで、帯域拡張部155で行われる処理について、図12Aおよび図12Bを用いて説明する。

[0098] 図12Aは、周波数領域変換部154より与えられる第1スペクトル $S1(k)$ を表す。図12Bは、帯域拡張部155の処理の結果得られるスペクトルを表し、周波数 k が $Na \leq k < Nb$ の範囲で表される帯域に新規のスペクトル情報を格納できる領域が確保される。この新規領域の大きさは $Nb - Na$ で表される。 Nb は、入力端子152から与えられる信号のサンプリングレート Fx と、周波数領域変換部154の分析長 $2 \cdot Na$ と、スペクトル復号化部150にて復号される信号のサンプリングレート Fy との間の関係に依存し、次式に従い、 Nb を設定することができる。

[数7]

$$Nb = Na \cdot \frac{Fy}{Fx} \quad \dots \text{ (式 7)}$$

[0099] また、 Nb が決まっているときには、スペクトル復号化部150で復号される信号のサンプリングレート Fy は、次式により決定される。

[数8]

$$F_y = F_x \cdot \frac{N_b}{N_a} \quad \dots \text{ (式 8)}$$

- [0100] 例えば、入力信号のサンプリングレートが $F_x = 16\text{kHz}$ 、周波数領域変換部154の分析長が $N_a = 128$ の条件のときに、スペクトル復号化部150でサンプリングレートが $F_y = 32\text{kHz}$ の復号信号を生成する場合には、帯域拡張部155で $N_b = 128 \cdot 32 / 16 = 256$ とする必要がある。よって、この場合には、帯域拡張部155にて $128 \leq k < 256$ の領域を確保することになる。また、別の例として、入力信号のサンプリングレートが $F_x = 8\text{kHz}$ 、周波数領域変換部154の分析長が $N_a = 128$ 、帯域拡張部155の拡張量が $N_b = 384$ のときに、スペクトル復号化部150で生成される復号信号のサンプリングレートは $F_y = 8 \cdot 384 / 128 = 24\text{kHz}$ となる。
- [0101] 図13は、スペクトルが結合部157および時間領域変換部158における処理を経てどのように復号信号が生成されるかを示した図である。
- [0102] 結合部157は、帯域が拡張された第1スペクトル $S_1(k)$ の $N_a \leq k < N_b$ の帯域に拡張スペクトル $S_1'(k)$ ($N_a \leq k < N_b$)を挿入し、これにより得られる結合後の第1スペクトル $S_1(k)$ ($0 \leq k < N_b$)を時間領域変換部158に送る。時間領域変換部158は、時間領域の復号信号を生成し、これによりサンプリングレート $F_S (= F_x \cdot N_b / N_a)$ の復号信号を得ることができる。
- [0103] このように、本実施の形態の復号化装置によれば、本実施の形態に係る符号化装置によって符号化された信号を復号することができる。
- [0104] なお、ここでは、本実施の形態に係る符号化装置または復号化装置が無線通信システムに適用される場合を例にとって説明したが、本実施の形態に係る符号化装置または復号化装置は、以下に示すように、有線通信システムにも適用することができる。
- [0105] 図14Aは、本実施の形態に係る符号化装置が有線通信システムに適用された場合の送信側の主要な構成を示したブロック図である。なお、図5に示した構成要素と同一のものには同一の符号を付し、その説明を省略する。
- [0106] 有線送信装置140は、符号化装置120、入力装置131、およびA/D変換装置13

2を有し、出力がネットワークN1に接続されている。

- [0107] A/D変換装置132の入力端子は、入力装置131の出力端子に接続されている。符号化装置120の入力端子は、A/D変換装置132の出力端子に接続されている。符号化装置120の出力端子はネットワークN1に接続されている。
- [0108] 入力装置131は、人間の耳に聞こえる音波W11を電氣的信号であるアナログ信号に変換してA/D変換装置132に与える。A/D変換装置132は、アナログ信号をデジタル信号に変換して符号化装置120に与える。符号化装置120は、入力されてくるデジタル信号を符号化してコードを生成し、ネットワークN1に出力する。
- [0109] 図14Bは、本実施の形態に係る復号化装置が有線通信システムに適用された場合の受信側の主要な構成を示したブロック図である。なお、図9に示した構成要素と同一のものには同一の符号を付し、その説明を省略する。
- [0110] 有線受信装置190は、ネットワークN1に接続されている受信装置191、復号化装置170、D/A変換装置183、および出力装置184を有している。
- [0111] 受信装置191の入力端子は、ネットワークN1に接続されている。復号化装置170の入力端子は、受信装置191の出力端子に接続されている。D/A変換装置183の入力端子は、復号化装置170の出力端子に接続されている。出力装置184の入力端子は、D/A変換装置183の出力端子に接続されている。
- [0112] 受信装置191は、ネットワークN1からのデジタルの符号化音響信号を受けてデジタルの受信音響信号を生成して復号化装置170に与える。復号化装置170は、受信装置191からの受信音響信号を受けてこの受信音響信号に復号化処理を行ってデジタルの復号化音響信号を生成してD/A変換装置183に与える。D/A変換装置183は、復号化装置170からのデジタルの復号音声信号を変換してアナログの復号音声信号を生成して出力装置184に与える。出力装置184は、電氣的信号であるアナログの復号音響信号を空気の振動に変換して音波W13として人間の耳に聴こえるように出力する。
- [0113] このように、上記の構成によれば、上記の無線送受信装置と同様の作用効果を有する有線送受信装置を提供することができる。
- [0114] (実施の形態2)

図15は、本発明の実施の形態2に係る復号化装置270の主要な構成を示すブロック図である。なお、この復号化装置270は、図10に示した復号化装置170と同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

- [0115] 本実施の形態の特徴は、結合後の第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb$)の最大周波数インデックス Nb を所望の値 Nc に修正することにより、所望のサンプリングレートにて復号信号を生成することである。
- [0116] スペクトル復号化部250は、分離部172で分離された符号化コード $S14$ 、第1レイヤ復号化部173で生成されたサンプリングレート Fx の信号 $S13$ 、および入力端子271を介し入力された係数 Nc (信号 $S21$)を用いて、スペクトル復号化を行う。そして、得られたサンプリングレート Fy の復号信号を出力端子176を介し出力する。スペクトル復号化部250における周波数領域変換の分析長が $2 \cdot Na$ であるとき、復号信号のサンプリングレート Fy は $Fy = Fx \cdot Nc / Na$ で表される。
- [0117] 図16は、上記のスペクトル復号化部250の内部構成を示すブロック図である。
- [0118] 入力端子271を介し入力された係数 Nc は、修正部251および時間領域変換部158aに与えられる。
- [0119] 修正部251は、結合部157より与えられる第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb$)の有効な帯域を、入力端子271を介し与えられた係数 Nc (信号 $S21$)に基づいて $0 \leq k < Nc$ に修正する。そして、帯域修正後の第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nc$)を時間領域変換部158aに与える。
- [0120] 時間領域変換部158aは、入力端子271を介し与えられた係数 Nc に従い、分析長 $2 \cdot Nc$ の下で修正部251から与えられる第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nc$)に対し変換処理を施し、適切な窓関数の乗算および重ね合わせ加算を行い、時間領域の信号を生成して出力端子159を介して出力する。この復号信号のサンプリングレートは、 $Fs = Fx \cdot Nc / Na$ となる。
- [0121] 図17および図18は、修正部251の処理をより詳細に説明するための図である。
- [0122] 図17は、 $Nc < Nb$ の場合における修正部251の処理を表している。結合部157から与えられる第1スペクトル $S1(k)$ (信号 $S21$)の帯域は、 $0 \leq k < Nb$ となっている。そ

ここで、修正部251は、この第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < N_c$ となるように、 $N_c \leq k < N_b$ の範囲のスペクトルを削除する。この結果得られる第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < N_c$) (信号S22)を時間領域変換部158aに与え、時間領域の復号信号S23が生成される。この復号信号S23のサンプリングレートは、 $FS = F_x \cdot N_c / N_a$ となる。

[0123] 図18は、同様に修正部251の処理であるが、 $N_c > N_b$ の場合の処理を表している。結合部251から与えられる第1スペクトル $S1(k)$ (信号S25)の帯域は、図17と同様に $0 \leq k < N_b$ となっている。修正部251は、この第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < N_c$ となるように $N_b \leq k < N_c$ の帯域を拡張し、その領域に特定の値(例えば、ゼロ値)を付与する。この結果得られる第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < N_c$) (信号S26)を時間領域変換部158aに与え、時間領域の復号信号S27が生成される。この復号信号S27のサンプリングレートは、 $FS = F_x \cdot N_c / N_a$ となる。

[0124] 図19、図20Aおよび図20Bを用いて、スペクトル復号化部250の動作をさらに説明する。

[0125] まず、入力端子153を介し入力される符号化コードがフレーム毎に変動していることを想定する。すなわち、結合部157から出力される第1スペクトル $S1(k)$ の帯域には、図19に示されるような $0 \leq k < N_a$ (帯域R1)、 $0 \leq k < N_{b1}$ (帯域R2)、 $0 \leq k < N_{b2}$ (帯域R3)の3通りの帯域が存在し(ただし、 $N_a < N_{b1} < N_{b2}$)、フレーム毎にこれらの帯域の内の一つが選択されているものとする。

[0126] 図20Aは、係数 N_c が N_{b2} に等しい場合のスペクトル復号化部250の動作、図20Bは、係数 N_c が N_{b1} に等しい場合のスペクトル復号化部250の動作を説明するための図である。

[0127] これらの図では、第 i フレームで得られるスペクトルの帯域が、R1、R2、R3のいずれかであることを表している。また、処理1は $N_{b1} \leq k < N_{b2}$ の帯域にゼロ値を挿入する処理、処理2は $N_a \leq k < N_{b2}$ の帯域にゼロ値を挿入する処理、処理3は $N_{b1} \leq k < N_{b2}$ の帯域を削除する処理、処理4は $N_a \leq k < N_{b1}$ の帯域にゼロ値を挿入する処理を表している。

[0128] まず、図20Aの場合について説明する。

[0129] この図において、第0フレームー第1フレームおよび第7フレームー第8フレームで

はスペクトルの帯域がR3、すなわち第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Nb2$ であるため、修正部251は何の処理も施さずに第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb2$)を時間領域変換部158aに出力する。

[0130] また、第2フレームー第4フレームおよび第9フレームではスペクトルの帯域がR2、すなわち第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Nb1$ であるため、修正部251は第1スペクトル $S1(k)$ の帯域をNb2まで拡張し、かつ $Nb1 \leq k < Nb2$ の帯域にゼロ値を挿入した後に、第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb2$)を時間領域変換部158aに出力する。

[0131] 一方、第5フレームー第6フレームではスペクトルの帯域がR1、すなわち第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Na$ であるため、修正部251は第1スペクトル $S1(k)$ の帯域をNb2まで拡張し、かつ $Na \leq k < Nb2$ の範囲にゼロ値を挿入した後に、第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb2$)を時間領域変換部158aに出力する。

[0132] 次に、図20Bの場合について説明する。

[0133] この図において、第2フレームー第4フレームおよび第9フレームではスペクトルの帯域がR2、すなわち第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Nb1$ であるため、修正部251は何の処理も施さずに第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb1$)を時間領域変換部158aに出力する。

[0134] また、第0フレームー第1フレームおよび第7フレームー第8フレームではスペクトルの帯域がR3、すなわち第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Nb2$ であるため、修正部251は $Nb1 \leq k < Nb2$ の帯域を削除した後に、第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb1$)を時間領域変換部158aに出力する。

[0135] 一方、第5フレームー第6フレームではスペクトルの帯域がR1、すなわち第1スペクトル $S1(k)$ の帯域が $0 \leq k < Na$ であるため、修正部251は第1スペクトル $S1(k)$ の帯域をNb1まで拡張し、かつ $Na \leq k < Nb1$ の帯域にゼロ値を挿入した後に、第1スペクトル $S1(k)$ ($0 \leq k < Nb1$)を時間領域変換部158aに出力する。

[0136] このように、本実施の形態によれば、受信される第1スペクトル $S1(k)$ の有効な周波数帯域が時間的に変動する場合でも、適切な係数 Nc を与えることにより、所望のサンプリングレートの復号信号を安定して得ることができる。

[0137] (実施の形態3)

図21は、本発明の実施の形態3に係る通信システムの主要な構成を示す図である。

- [0138] 本実施の形態の特徴は、通信ネットワークの状況(通信環境)によって受信側で受信される第1スペクトル $S1(k)$ の有効周波数帯域が時間的に変動する場合に対処することである。
- [0139] 階層符号化部301は、サンプリングレート F_y の入力信号に対し、実施の形態1で示した階層符号化処理を施し、スケーラブルな符号化コードを生成する。ここでは、生成される符号化コードが、帯域 $0 \leq k < N_e$ に関する情報(R31)、帯域 $N_e \leq k < N_f$ に関する情報(R32)、および帯域 $N_f \leq k < N_g$ に関する情報(R33)により構成されるものとする。階層符号化部301は、この符号化コードをネットワーク制御部302に与える。
- [0140] ネットワーク制御部302は、階層符号化部301より与えられる符号化コードを階層復号化部303に転送する。ここで、ネットワーク制御部302は、ネットワークの状況に応じて階層復号化部303に転送する符号化コードの一部を廃棄する。そのため、階層復号化部303に入力される符号化コードは、廃棄される符号化コードが全くない場合は情報R31〜R33により構成された符号化コード、情報R33の符号化コードが廃棄される場合は情報R31およびR32により構成された符号化コード、情報R32およびR33の符号化コードが廃棄される場合は情報R31により構成された符号化コード、のいずれかとなる。
- [0141] 階層復号化部303は、与えられた符号化コードに対し、実施の形態1または実施の形態2に示した階層復号化方法を適用して復号信号を生成する。なお、階層復号化部303に実施の形態1を適用した場合には、出力される復号信号のサンプリングレート F_z は、 F_y となる($F_z = F_y \cdot N_g / N_g$ のため)。また、階層復号化部303に実施の形態2を適用した場合には、所望の係数 N_c によって復号信号のサンプリングレートを設定することができ、その復号信号のサンプリングレート F_z は、 $F_y \cdot N_c / N_g$ となる。
- [0142] このように、本実施の形態によれば、通信ネットワークの状況によって受信側で受信される第1スペクトル $S1(k)$ の有効周波数帯域が時間的に変動する場合でも、受信側は所望のサンプリングレートの復号信号を安定して求めることができる。

[0143] (実施の形態4)

図22は、本発明の実施の形態4に係る通信システムの主要な構成を示す図である。

[0144] 本実施の形態の特徴は、1つの階層符号部により生成された1つの符号化コードを、それぞれ復号可能なサンプリングレート異なる(復号能力異なる)複数の階層復号化部に対して同時に送信しても、受信側がこれに対応し、それぞれ異なるサンプリングレートの復号信号を得ることである。

[0145] 階層符号化部401は、サンプリングレート F_y の入力信号に対して実施の形態1に示した符号化処理を施し、スケーラブルな符号化コードを生成する。ここでは、生成される符号化コードは、帯域 $0 \leq k < N_h$ に関する情報(R41)、帯域 $N_h \leq k < N_i$ に関する情報(R42)、帯域 $N_i \leq k < N_j$ に関する情報(R43)により構成されるものとする。階層符号化部401は、この符号化コードを、第1階層復号化部402-1、第2階層復号化部402-2、第3階層復号化部402-3にそれぞれ与える。

[0146] 第1階層復号化部402-1、第2階層復号化部402-2、および第3階層復号化部402-3は、与えられた符号化コードに対し、実施の形態1または実施の形態2に示した階層復号化法を適用して復号信号を生成する。第1階層復号化部402-1は係数 $N_c = N_j$ としたときの復号化処理、第2階層復号化部402-2は係数 $N_c = N_i$ としたときの復号化処理、第3階層復号化部402-3は係数 $N_c = N_h$ としたときの復号化処理を行う。

[0147] 第1階層復号化部402-1は、係数 $N_c = N_j$ としたときの復号化処理を行い、復号信号を生成する。この復号信号のサンプリングレート F_1 は F_y となる($F_1 = F_y \cdot N_j / N_j$ のため)。

[0148] 第2階層復号化部402-2は、係数 $N_c = N_i$ としたときの復号化処理を行い、復号信号を生成する。この復号信号のサンプリングレート F_2 は $F_y \cdot N_i / N_j$ となる。

[0149] 第3階層復号化部402-3は、係数 $N_c = N_h$ としたときの復号化処理を行い、復号信号を生成する。この復号信号のサンプリングレート F_3 は $F_y \cdot N_h / N_j$ となる。

[0150] このように、本実施の形態によれば、送信側は受信側の復号能力を考慮することなく符号化コードを送信することができるので、通信ネットワークの負荷を抑えることがで

きる。また、これら複数種類のサンプリングレートの復号信号は、簡易な構成かつ少ない演算量で生成することができる。

[0151] 本発明に係る符号化装置または復号化装置は、移動体通信システムにおける通信端末装置および基地局装置に搭載することも可能であり、これにより上記と同様の作用効果を有する通信端末装置および基地局装置を提供することができる。

[0152] なお、ここでは、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとりて説明したが、ソフトウェアで実現することも可能である。

[0153] 本明細書は、2003年9月30日出願の特願2003-341717に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

産業上の利用可能性

[0154] 本発明に係る符号化装置および復号化装置は、簡易な構成および少ない演算量でスケーラブル符号化を実現する効果を有し、IPネットワーク等の通信システムの用途に適用できる。

請求の範囲

- [1] 入力された時間領域信号を周波数領域変換して第1スペクトルを得る変換手段と、
得られた第1スペクトルの周波数帯域を拡張する拡張手段と、
拡張後の第1スペクトルの拡張された周波数帯域に第2スペクトルを挿入する挿入手段と、
を具備するサンプリングレート変換装置。
- [2] 入力されたサンプリング周波数が F_x の信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析して N_a 点の第1スペクトルを得る変換手段と、
得られた第1スペクトルの周波数帯域を N_b 点に拡張する拡張手段と、
拡張後の第1スペクトルの拡張された周波数帯域に挿入される第2スペクトルを特定し、この第2スペクトルを表す符号化コードを出力する符号化手段と、
を具備する符号化装置。
- [3] 前記第2スペクトルは、
前記第1スペクトルに基づいて生成される請求項2記載の符号化装置。
- [4] 前記第2スペクトルは、
サンプリング周波数が F_y の入力信号を $2 \cdot N_b$ 点で周波数分析して求められるスペクトルの内、 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域に含まれるスペクトルと類似するように決定される請求項2記載の符号化装置。
- [5] 前記符号化手段は、
 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域を2つ以上のサブバンドに分割し、それぞれのサブバンド毎に前記第2スペクトルを表す符号化コードを出力する請求項2記載の符号化装置。
- [6] 前記サンプリング周波数が F_x の信号は、
階層符号化における下位レイヤで復号化された信号である請求項2記載の符号化装置。
- [7] 請求項2記載の符号化装置を具備する通信端末装置。
- [8] 請求項2記載の符号化装置を具備する基地局装置。
- [9] サンプリング周波数が F_x の信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析して $0 \leq k < N_a$ の周

波数帯域の第1のスペクトルを取得する取得手段と、

符号化コードを受信し、 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域の第2のスペクトルを復号する復号化手段と、

前記第1および第2のスペクトルを結合して $0 \leq k < N_b$ の周波数帯域のスペクトルを生成する生成手段と、

$0 \leq k < N_b$ の周波数帯域に含まれるスペクトルを時間領域の信号に変換する変換手段と、

を具備する復号化装置。

[10] 前記第2のスペクトルは、

$0 \leq k < N_a$ の周波数帯域のスペクトルに基づいて生成される請求項9記載の復号化装置。

[11] 前記生成手段によって得られた結合後のスペクトルの周波数帯域の幅が、予め定められた幅と一致するように前記結合後のスペクトルの高域部に規定値を挿入するか若しくは前記結合後のスペクトルの高域部を廃棄する手段、

をさらに具備する請求項9記載の復号化装置。

[12] 前記サンプリング周波数が F_x の信号は、

階層符号化における下位レイヤで復号化された信号である請求項9記載の復号化装置。

[13] 請求項9記載の復号化装置を具備する通信端末装置。

[14] 請求項9記載の復号化装置を具備する基地局装置。

[15] 入力された時間領域信号を周波数領域変換して第1スペクトルを得る変換ステップと、

得られた第1スペクトルの周波数帯域を拡張する拡張ステップと、

拡張後の第1スペクトルの拡張された周波数帯域に第2スペクトルを挿入する挿入ステップと、

を具備するサンプリングレート変換方法。

[16] 入力されたサンプリング周波数が F_x の信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析して N_a 点の第1スペクトルを得る変換ステップと、

得られた第1スペクトルの周波数帯域を N_b 点に拡張する拡張ステップと、
拡張後の第1スペクトルの拡張された周波数帯域に挿入される第2スペクトルを特定し、この第2スペクトルを表す符号化コードを出力する符号化ステップと、
を具備する符号化方法。

[17] サンプリング周波数が F_x の信号を分析長 $2 \cdot N_a$ で周波数分析して $0 \leq k < N_a$ の周波数帯域の第1のスペクトルを取得する取得ステップと、

符号化コードを受信し、 $N_a \leq k < N_b$ の周波数帯域の第2のスペクトルを復号する復号化ステップと、

前記第1および第2のスペクトルを結合して $0 \leq k < N_b$ の周波数帯域のスペクトルを生成する生成ステップと、

$0 \leq k < N_b$ の周波数帯域に含まれるスペクトルを時間領域の信号に変換する変換ステップと、

を具備する復号化方法。

補正書の請求の範囲

[2005年3月10日(10.03.05)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲
1-17は取り下げられた；新しい請求の範囲18-35が加えられた。(5頁)]

[17] (削除)

[18] (追加) 任意のサンプリングレートの時間領域信号から周波数領域変換によってスペクトルを得る変換手段と、

前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記任意のサンプリングレートおよび所望の出力サンプリングレートに基づいて決定する決定手段と、

を具備するサンプリングレート変換装置。

[19] (追加) 帯域幅が拡張された前記スペクトルは、

前記任意のサンプリングレートの時間領域信号を前記所望の出力サンプリングレートまでアップサンプリングした信号と等価である、

請求項18記載のサンプリングレート変換装置。

[20] (追加) 任意のサンプリングレートの時間領域信号から周波数領域変換によってスペクトルを得る変換手段と、

前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記任意のサンプリングレートおよび所望の出力サンプリングレートに基づいて決定する決定手段と、

前記スペクトルに基づいて前記拡張スペクトルを生成する生成手段と、

前記スペクトルおよび前記拡張スペクトルを符号化する符号化手段と、

を具備する符号化装置。

[21] (追加) 前記生成手段は、

前記スペクトルに基づいて、前記スペクトルに類似する前記拡張スペクトルを生成する、

請求項20記載の符号化装置。

補正された用紙 (条約第 19 条)

- [22] (追加) 前記符号化手段は、
前記拡張スペクトルを2以上のサブバンドに分割し、各サブバンド毎に符号化を行う、
請求項20記載の符号化装置。
- [23] (追加) 音声信号またはオーディオ信号の第1帯域を符号化する第1符号化手段と、
前記音声信号または前記オーディオ信号の第2帯域を符号化する第2符号化手段と、
を具備し、
前記第2符号化手段は、
前記第1符号化手段で得られる第1サンプリングレートの時間領域信号から、周波数領域変換によってスペクトルを得る変換手段と、
前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記第1サンプリングレート、および前記第2帯域に相当する第2サンプリングレートに基づいて決定する決定手段と、
前記スペクトルに基づいて前記拡張スペクトルを生成する生成手段と、
前記スペクトルおよび前記拡張スペクトルを符号化する符号化手段と、
を具備する、
スケーラブル符号化装置。
- [24] (追加) 請求項20記載の符号化装置を具備する通信端末装置。
- [25] (追加) 請求項20記載の符号化装置を具備する基地局装置。
- [26] (追加) 符号化装置で生成される符号化情報を取得する取得手段と、
前記符号化情報に含まれる任意のサンプリングレートの時間領域信号から、周波数領域変換によってスペクトルを得る第1変換手段と、

前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記特定の時間領域信号のサンプリングレートおよび所望の出力サンプリングレートに基づいて決定する決定手段と、

前記符号化情報に基づいて前記拡張スペクトルを生成する生成手段と、

前記スペクトルおよび前記拡張スペクトルから、時間領域変換によって時間領域信号を得る第2変換手段と、

を具備する復号化装置。

[27] (追加) 前記生成手段は、

前記符号化情報に基づいて、前記スペクトルに類似する前記拡張スペクトルを生成する、

請求項26記載の復号化装置。

[28] (追加) 前記符号化情報は、

前記拡張スペクトルが2以上のサブバンドに分割され、各サブバンド毎に符号化された前記拡張スペクトルの符号化情報を含む、

請求項26記載の復号化装置。

[29] (追加) 音声信号またはオーディオ信号の第1帯域を復号化する第1復号化手段と、

前記音声信号または前記オーディオ信号の第2帯域を復号化する第2復号化手段と、

を具備し、

前記第2復号化手段は、

前記第1復号化手段で得られる第1サンプリングレートの時間領域信号から、周波数領域変換によってスペクトルを得る第1変換手段と、

前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記第1サンプリングレート、および前記第2帯域に相当する第2サンプリン

グレートに基づいて決定する決定手段と、

スケーラブル符号化装置で生成される符号化情報に基づいて前記拡張スペクトルを生成する生成手段と、

前記スペクトルおよび前記拡張スペクトルから、時間領域変換によって時間領域信号を得る第2変換手段と、

を具備する、

スケーラブル復号化装置。

- [30] (追加) 前記音声信号または前記オーディオ信号の第3帯域を復号化する第3復号化手段をさらに具備し、

前記第3復号化手段は、

前記第1サンプリングレートの時間領域信号からスペクトルを生成し、このスペクトルの高域部に対しゼロ挿入または削除の処理を施して前記第3帯域のスペクトルを得、この第3帯域のスペクトルを時間領域信号に変換する、

請求項29記載のスケーラブル復号化装置。

- [31] (追加) 請求項26記載の復号化装置を具備する通信端末装置。

- [32] (追加) 請求項26記載の復号化装置を具備する基地局装置。

- [33] (追加) 任意のサンプリングレートの時間領域信号から周波数領域変換によってスペクトルを得るステップと、

前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記任意のサンプリングレートおよび所望の出力サンプリングレートに基づいて決定するステップと、

を具備するサンプリングレート変換方法。

- [34] (追加) 任意のサンプリングレートの時間領域信号から周波数領域変換によってス

ペクトルを得るステップと、

前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記任意のサンプリングレートおよび所望の出力サンプリングレートに基づいて決定するステップと、

前記スペクトルに基づいて前記拡張スペクトルを生成するステップと、

前記スペクトルおよび前記拡張スペクトルを符号化するステップと、

を具備する符号化方法。

[35] (追加) 符号化装置で生成される符号化情報を取得するステップと、

前記符号化情報に含まれる任意のサンプリングレートの時間領域信号から、周波数領域変換によってスペクトルを得るステップと、

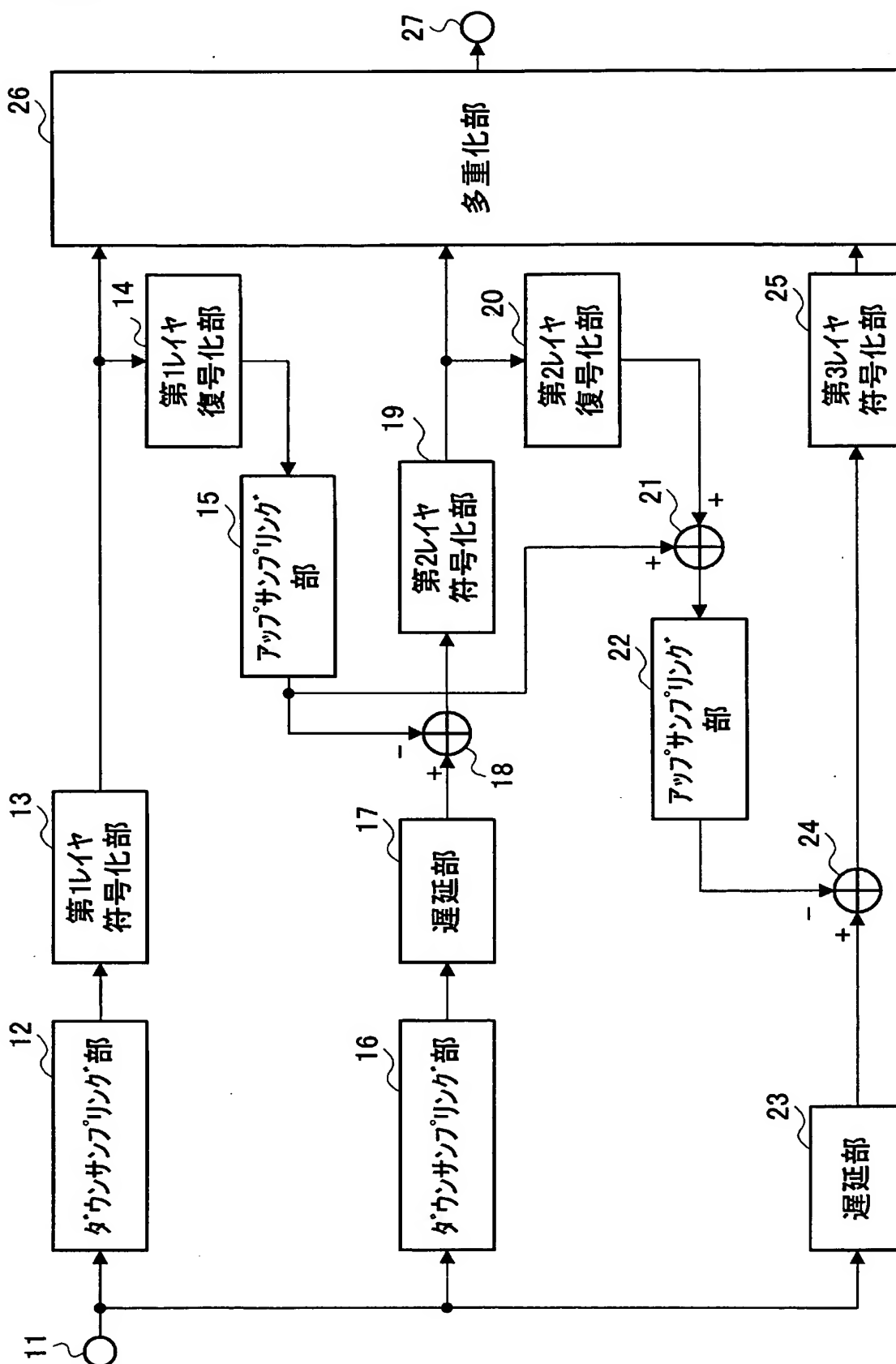
前記スペクトルに付加して前記スペクトルの帯域幅を拡張する拡張スペクトルの帯域幅を、前記特定の時間領域信号のサンプリングレートおよび所望の出力サンプリングレートに基づいて決定するステップと、

前記符号化情報に基づいて前記拡張スペクトルを生成するステップと、

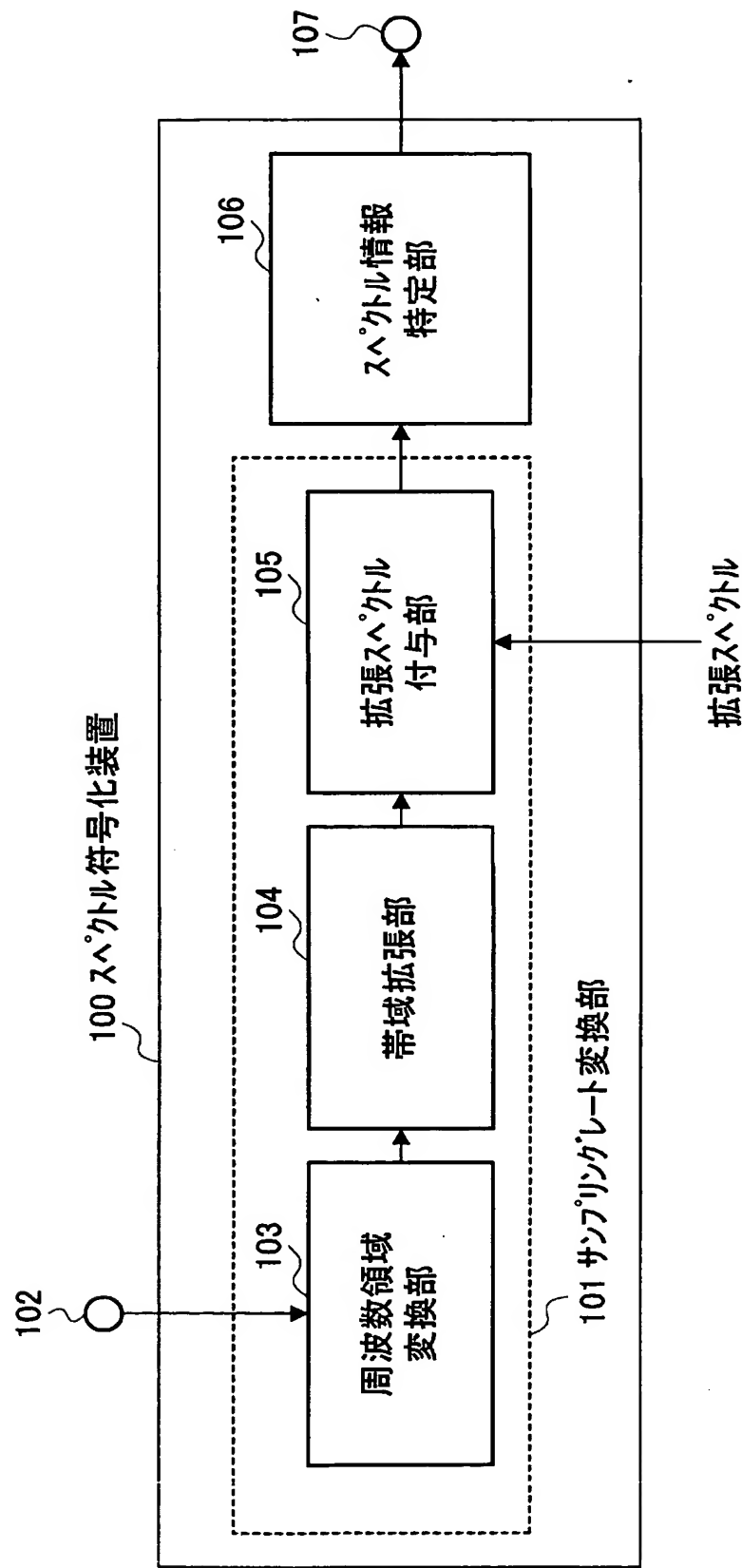
前記スペクトルおよび前記拡張スペクトルから、時間領域変換によって時間領域信号を得るステップと、

を具備する復号化方法。

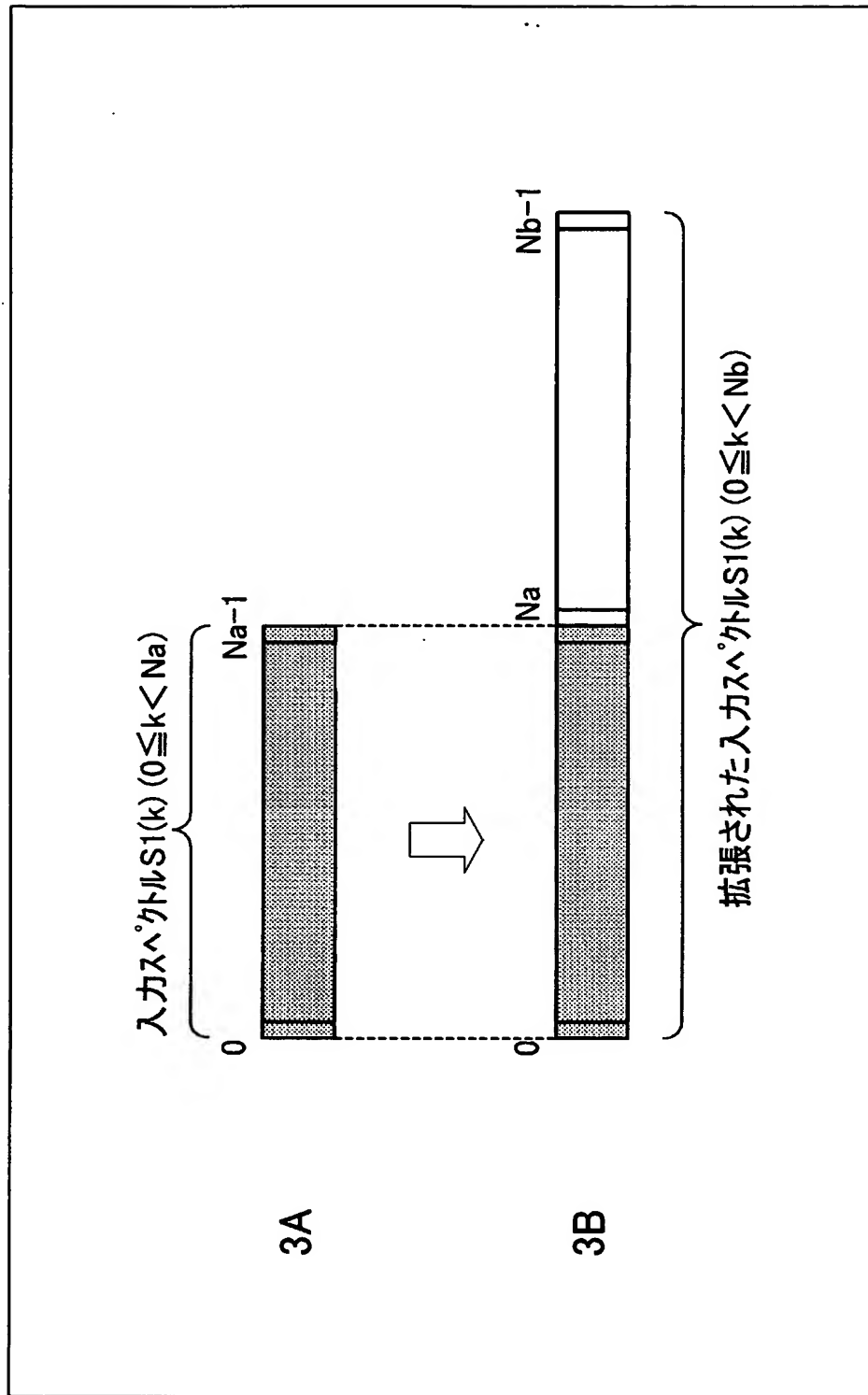
[図1]



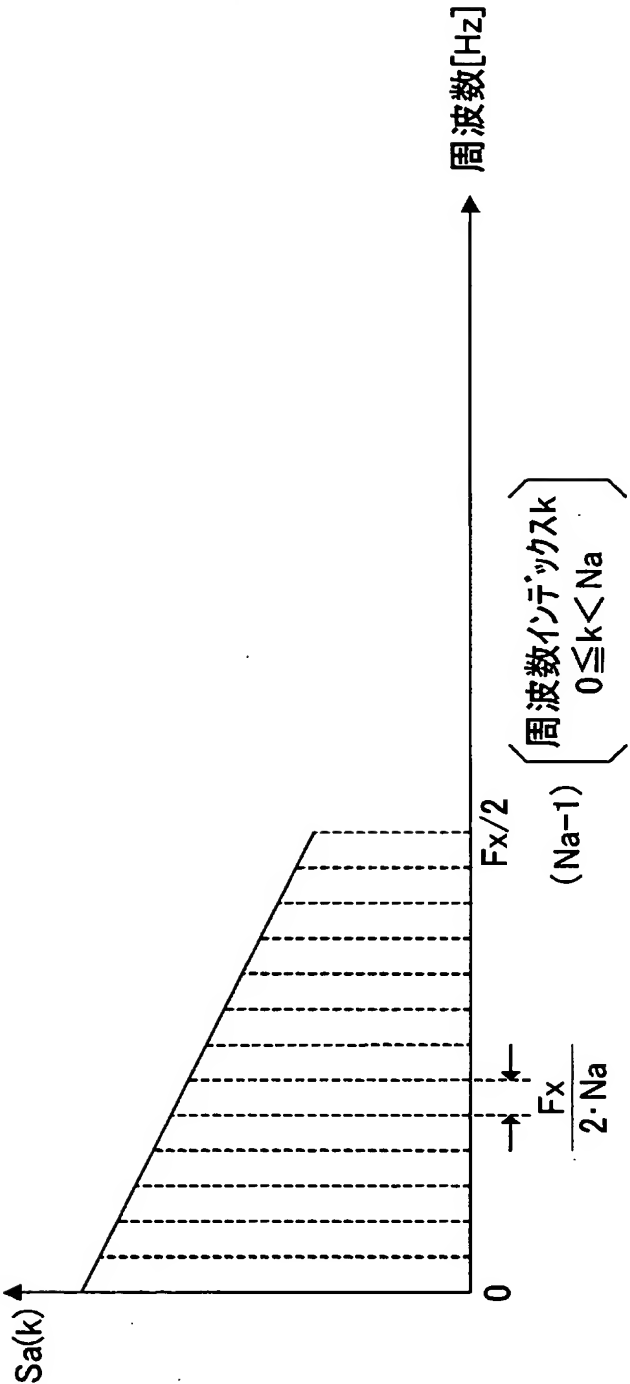
[図2]



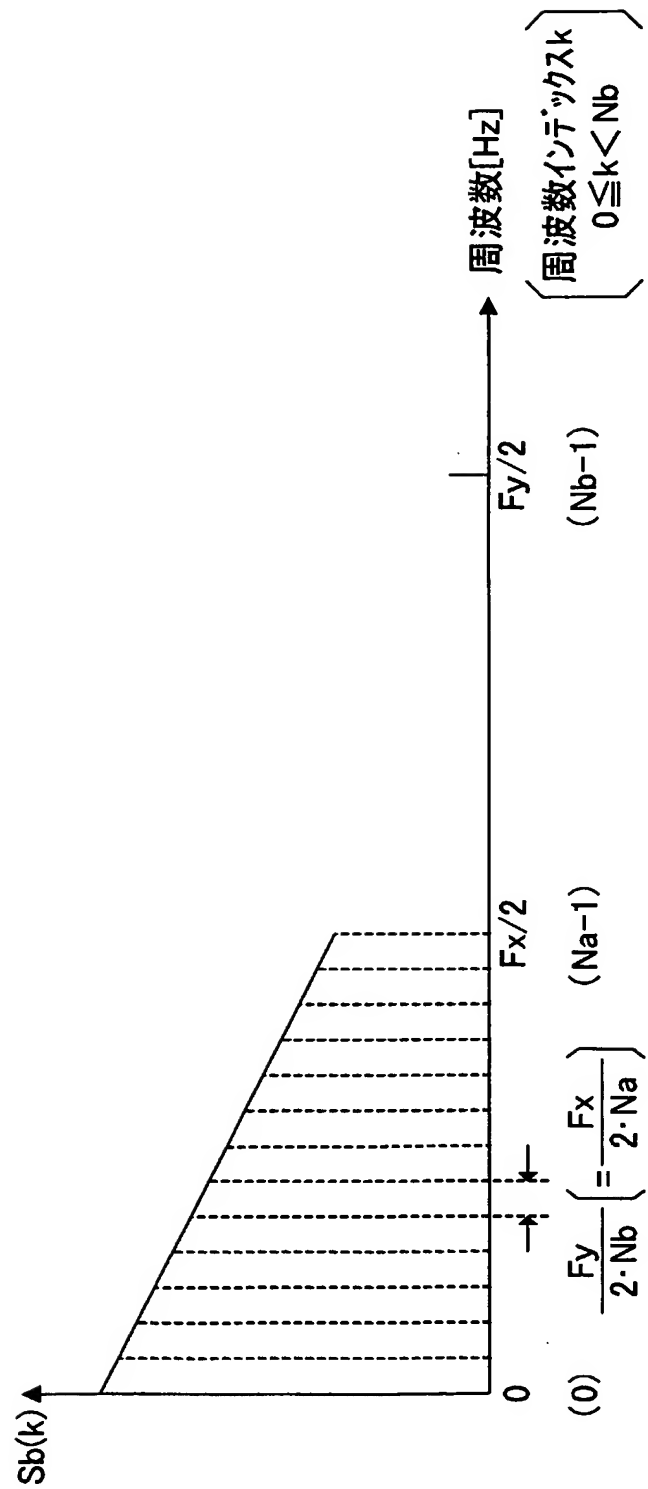
[図3]



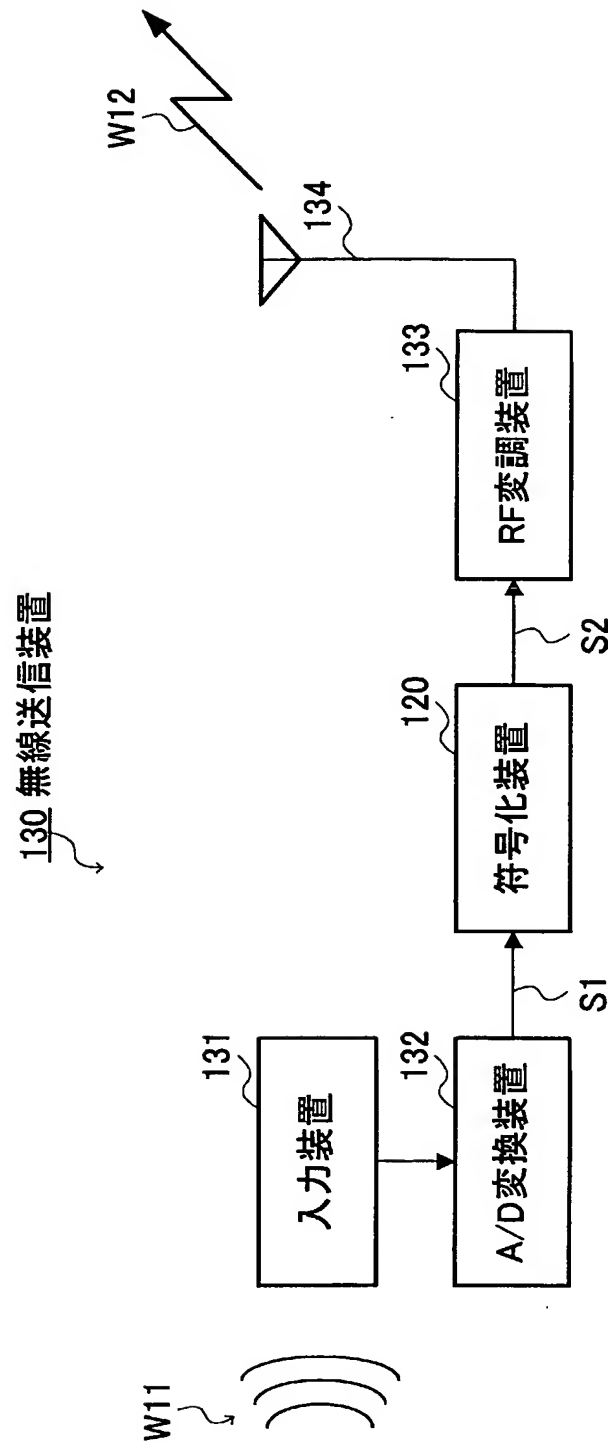
[図4A]



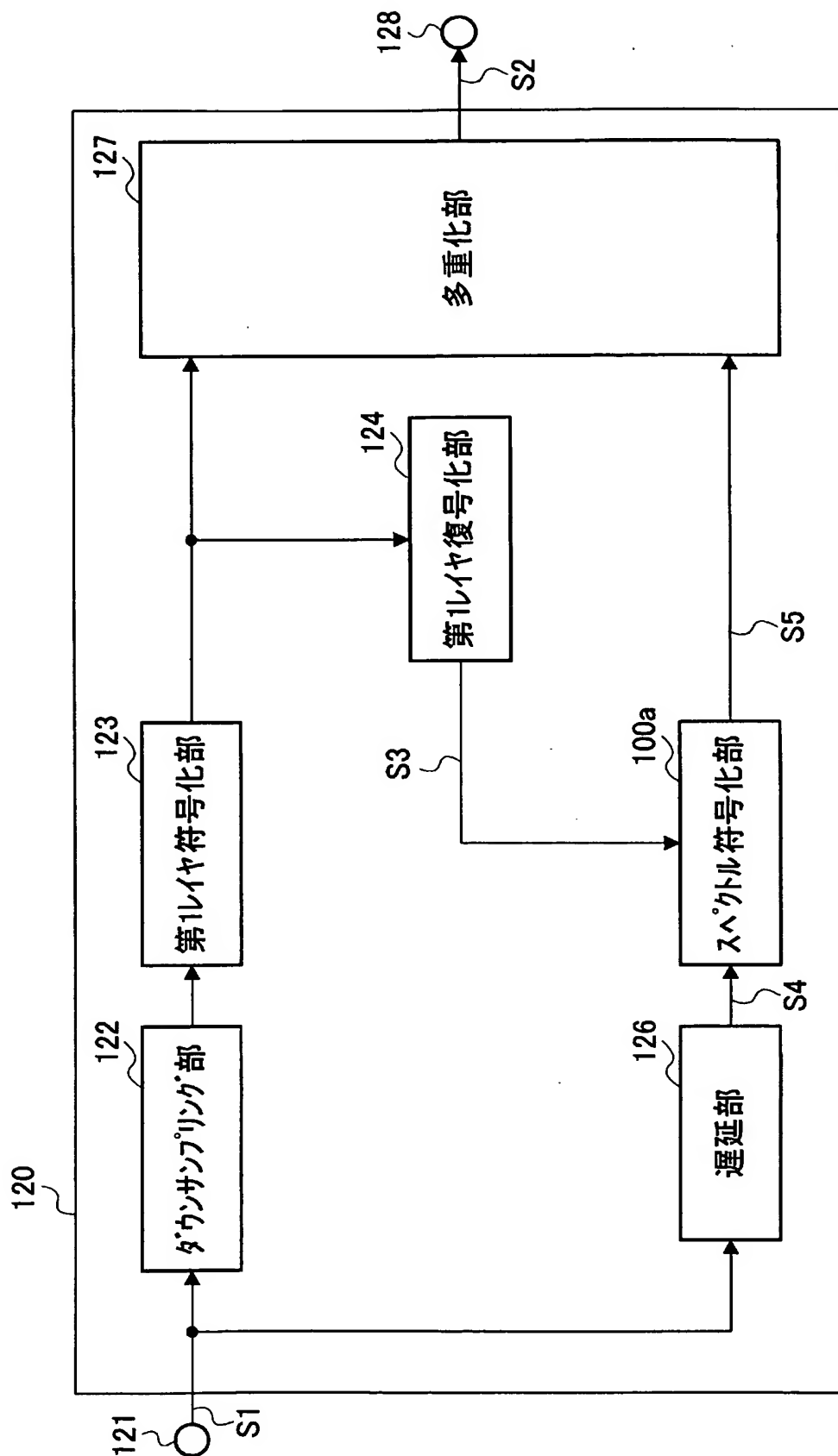
[図4B]



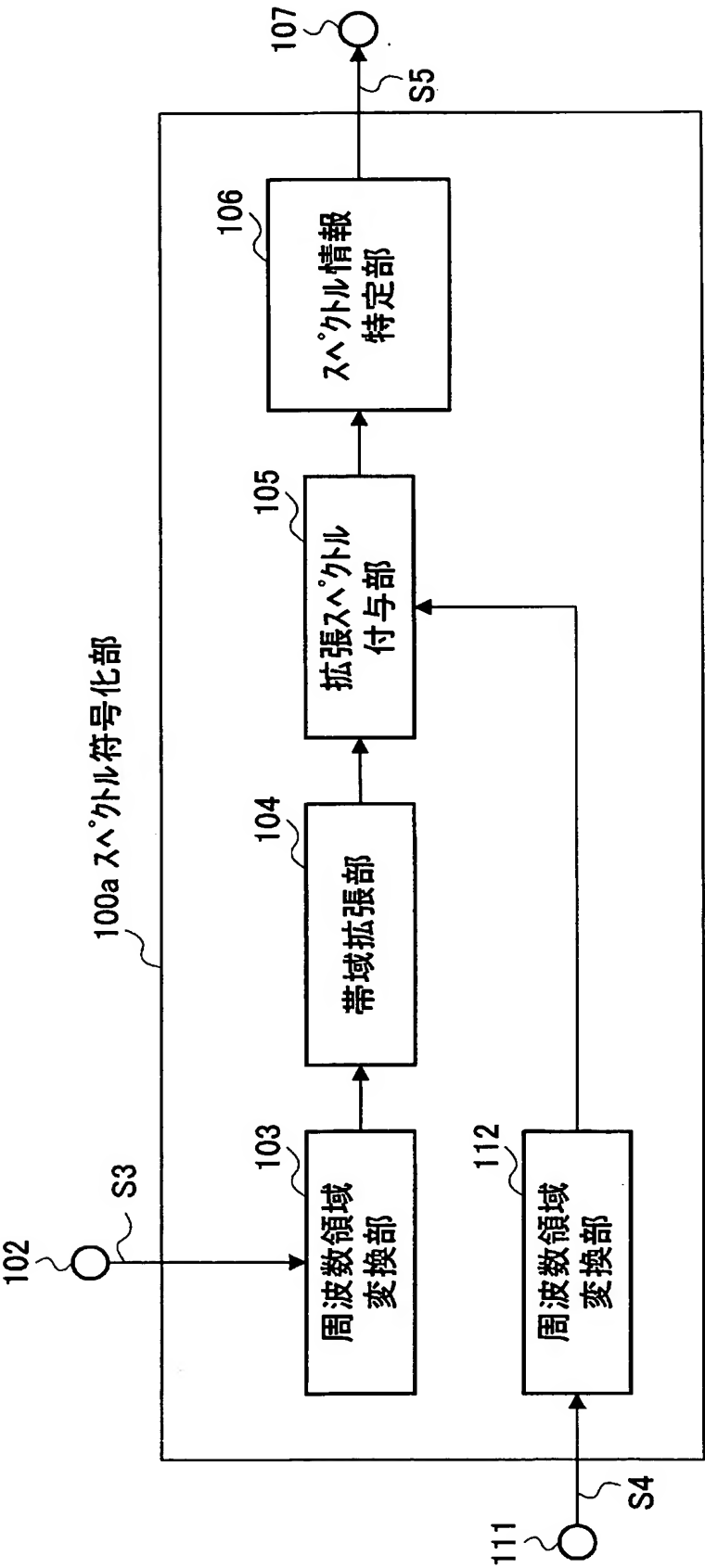
[図5]



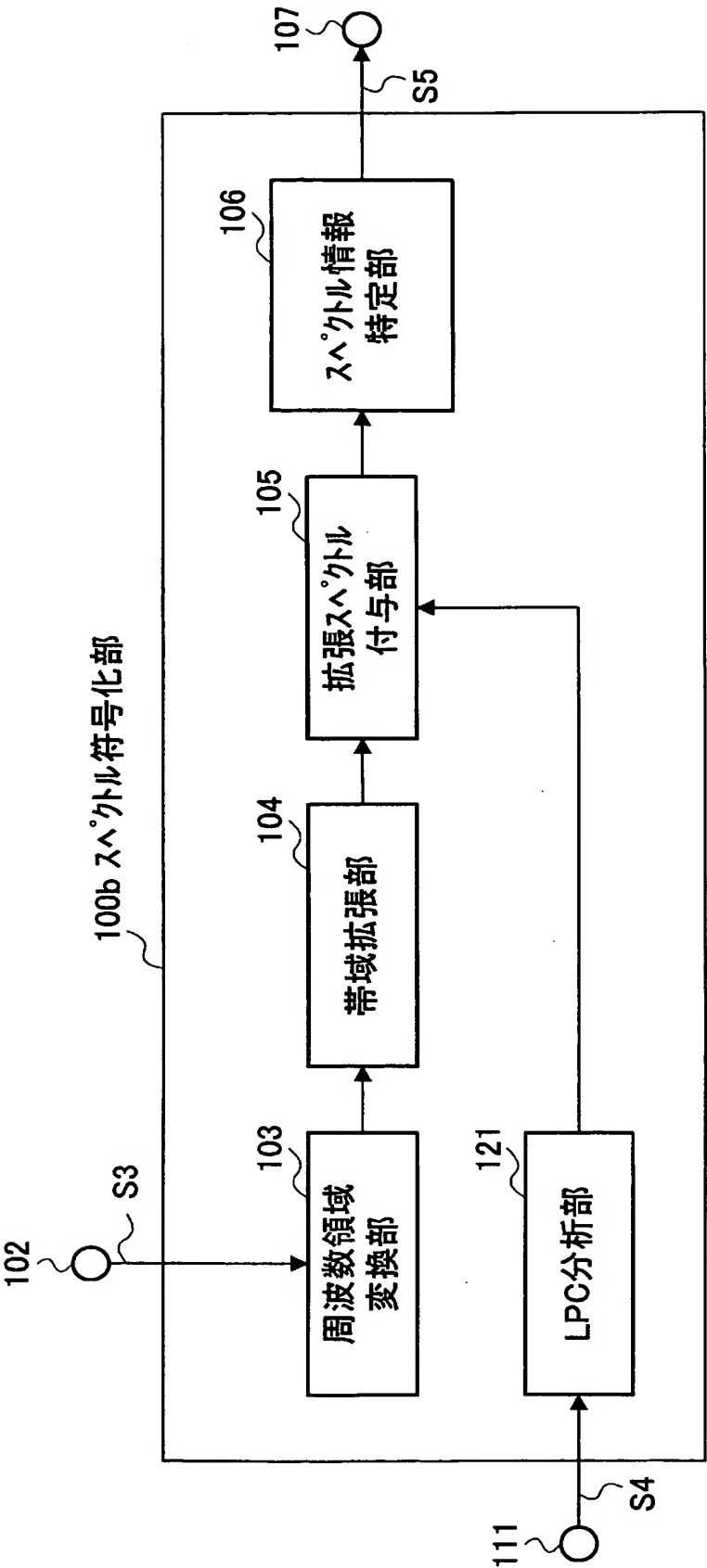
[図6]



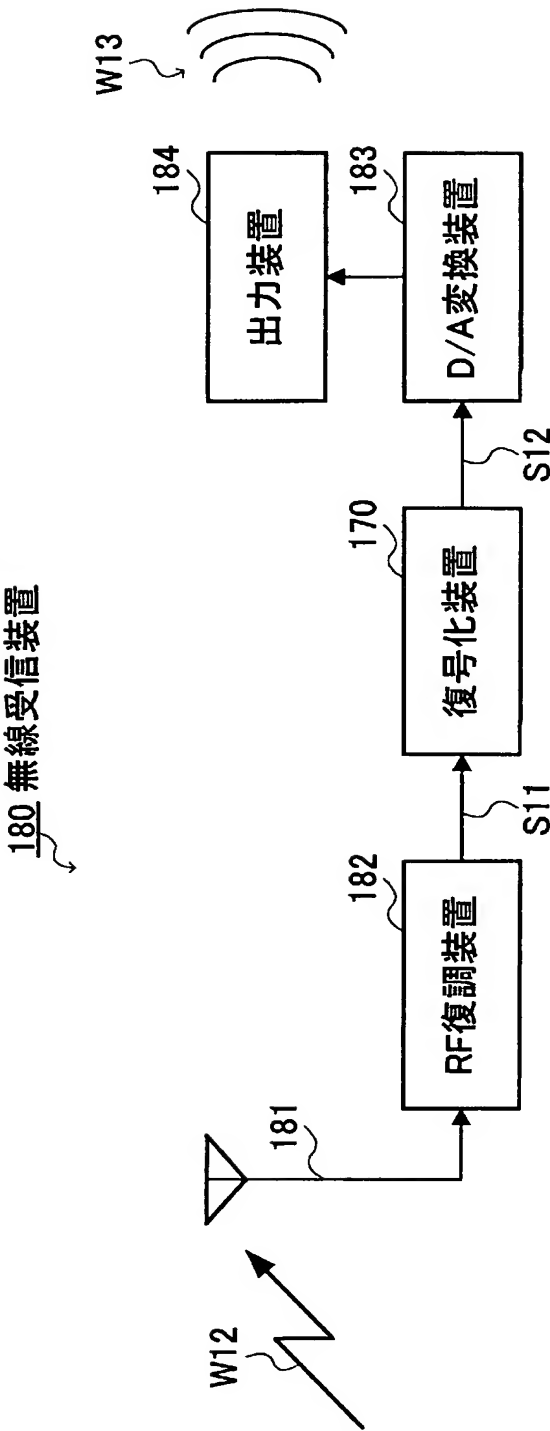
[図7]



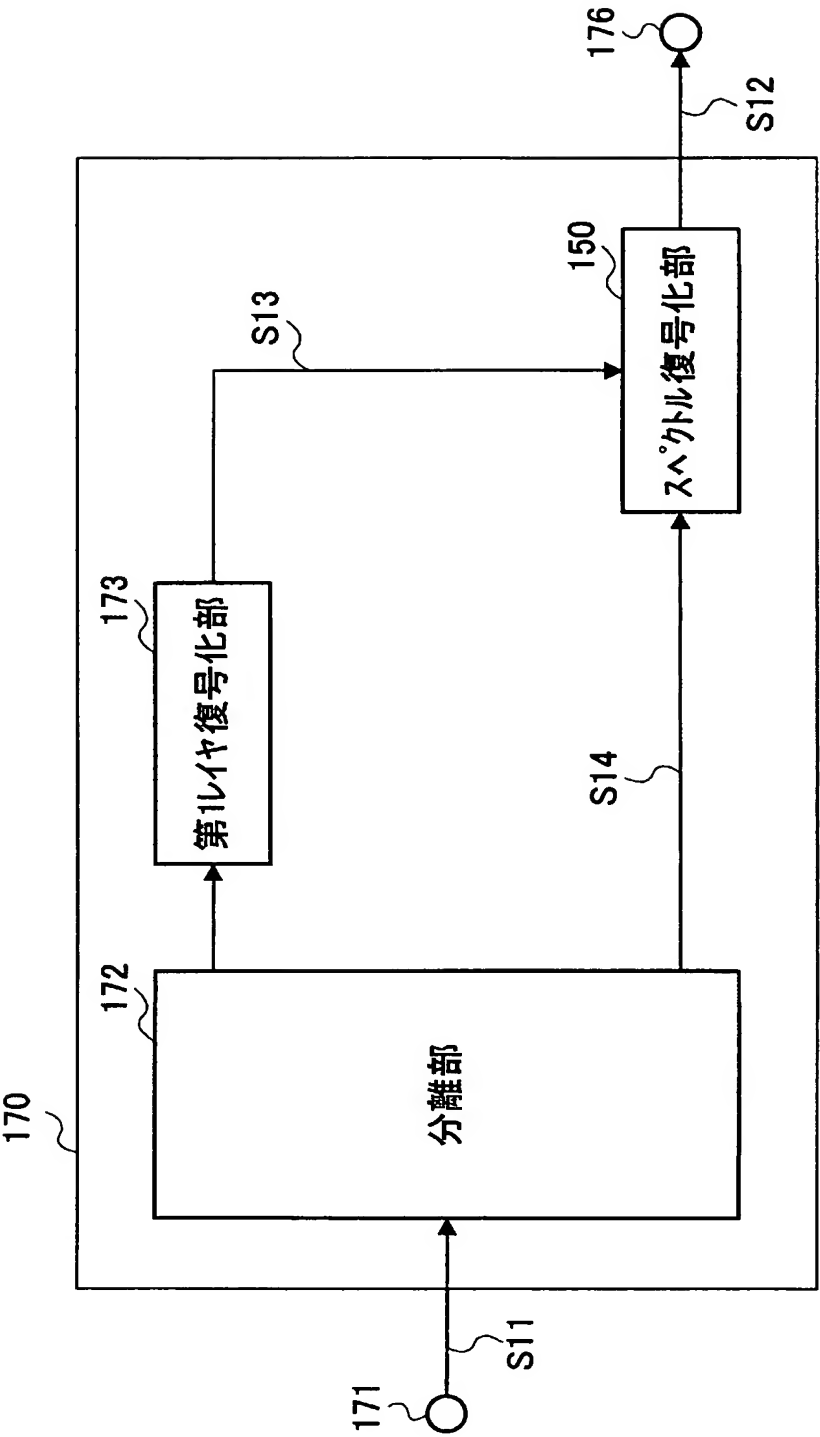
[図8]



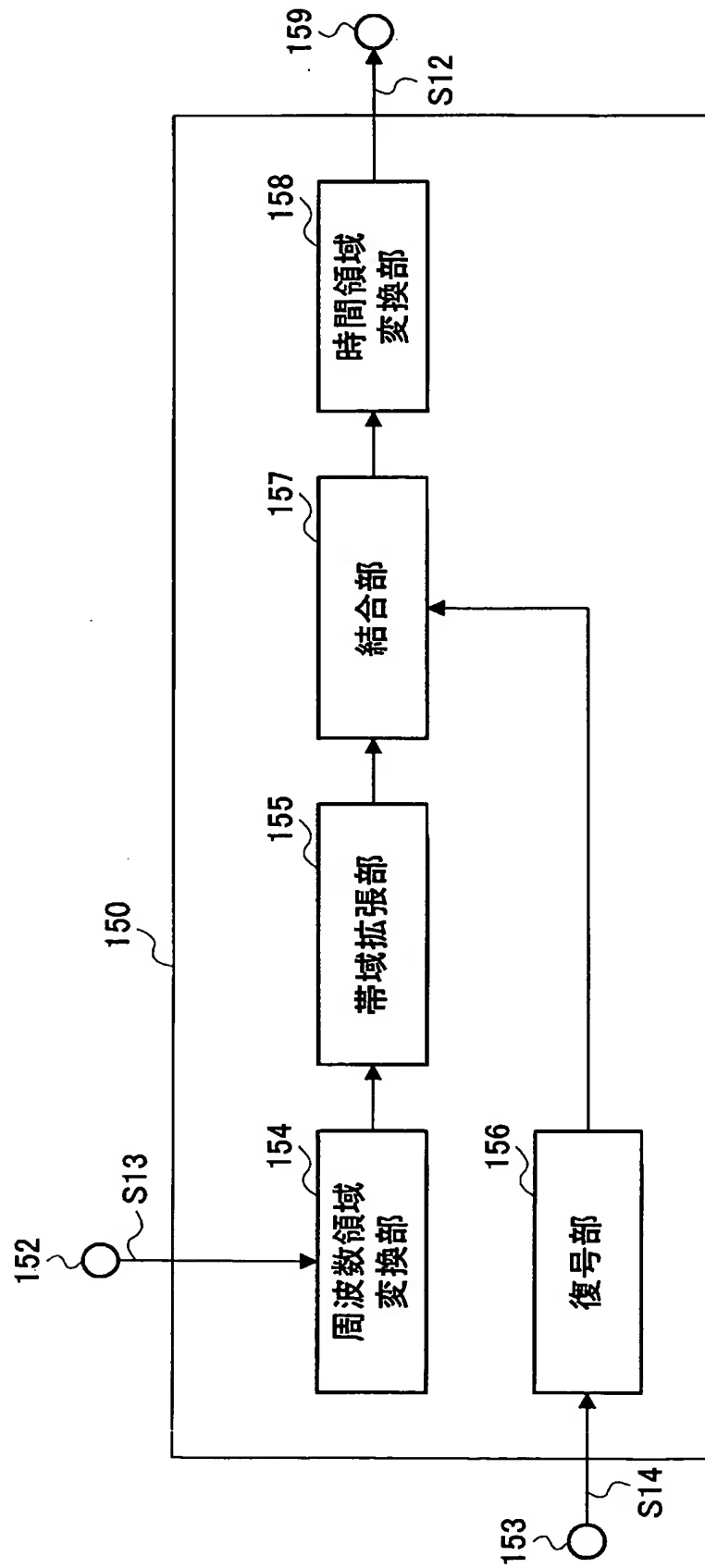
[図9]



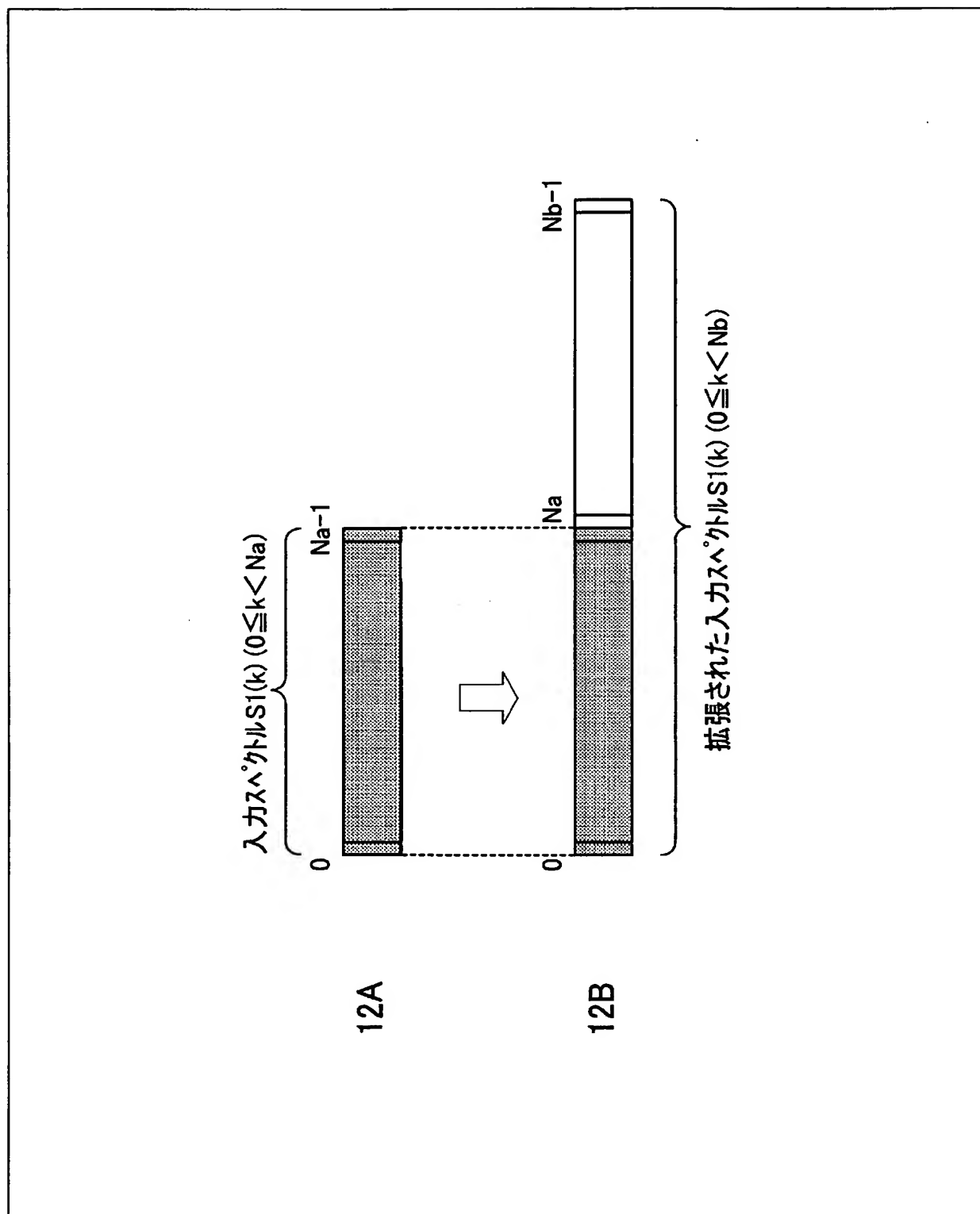
[図10]



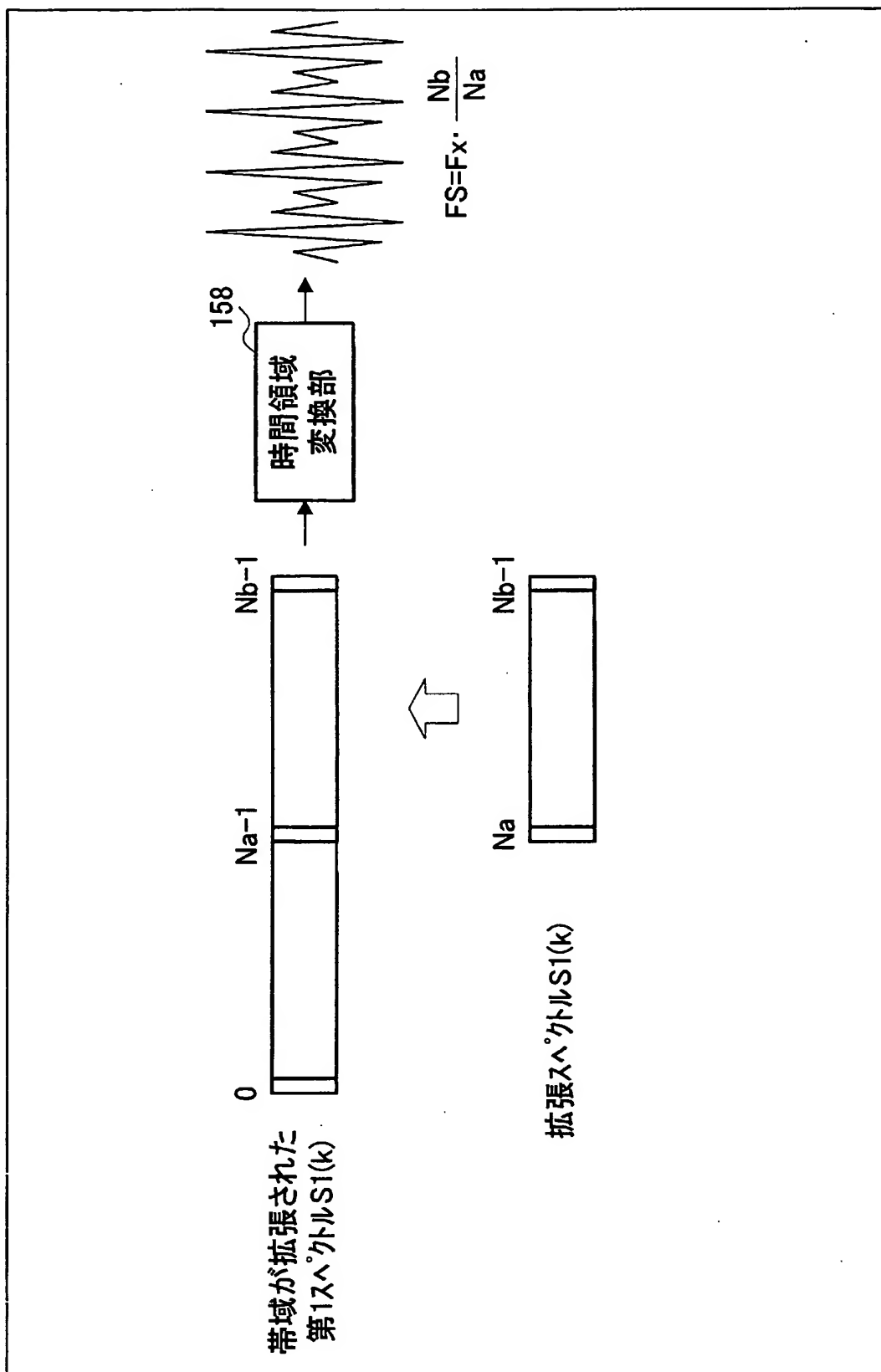
[図11]



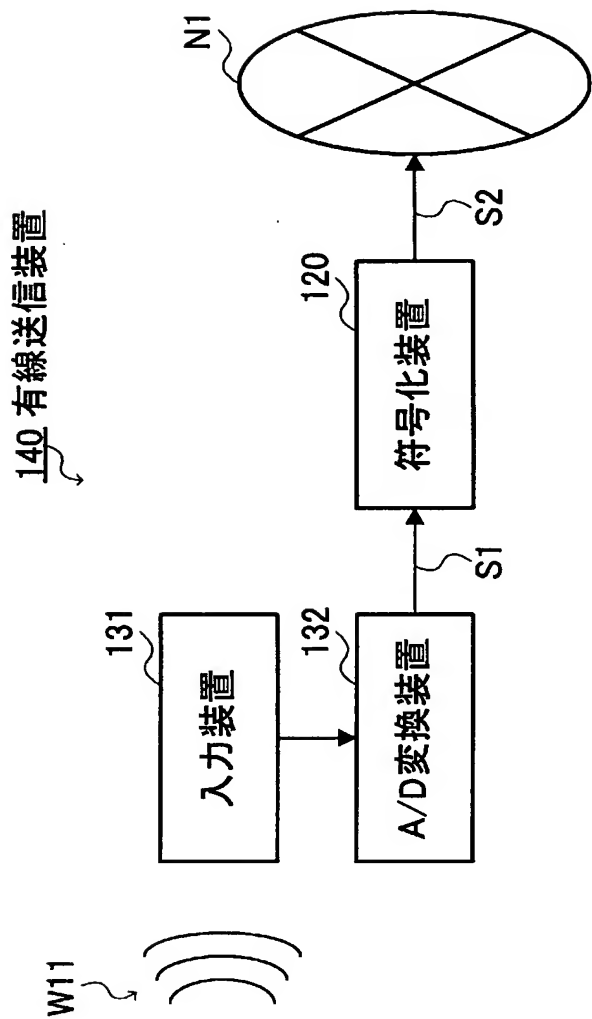
[図12]



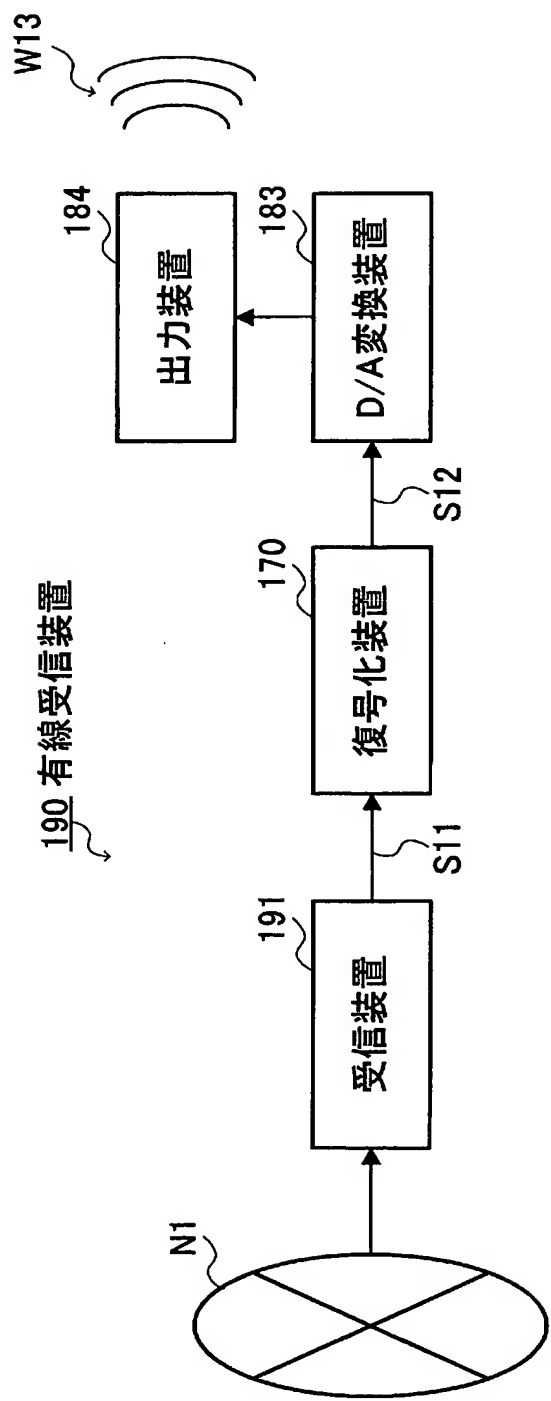
[図13]



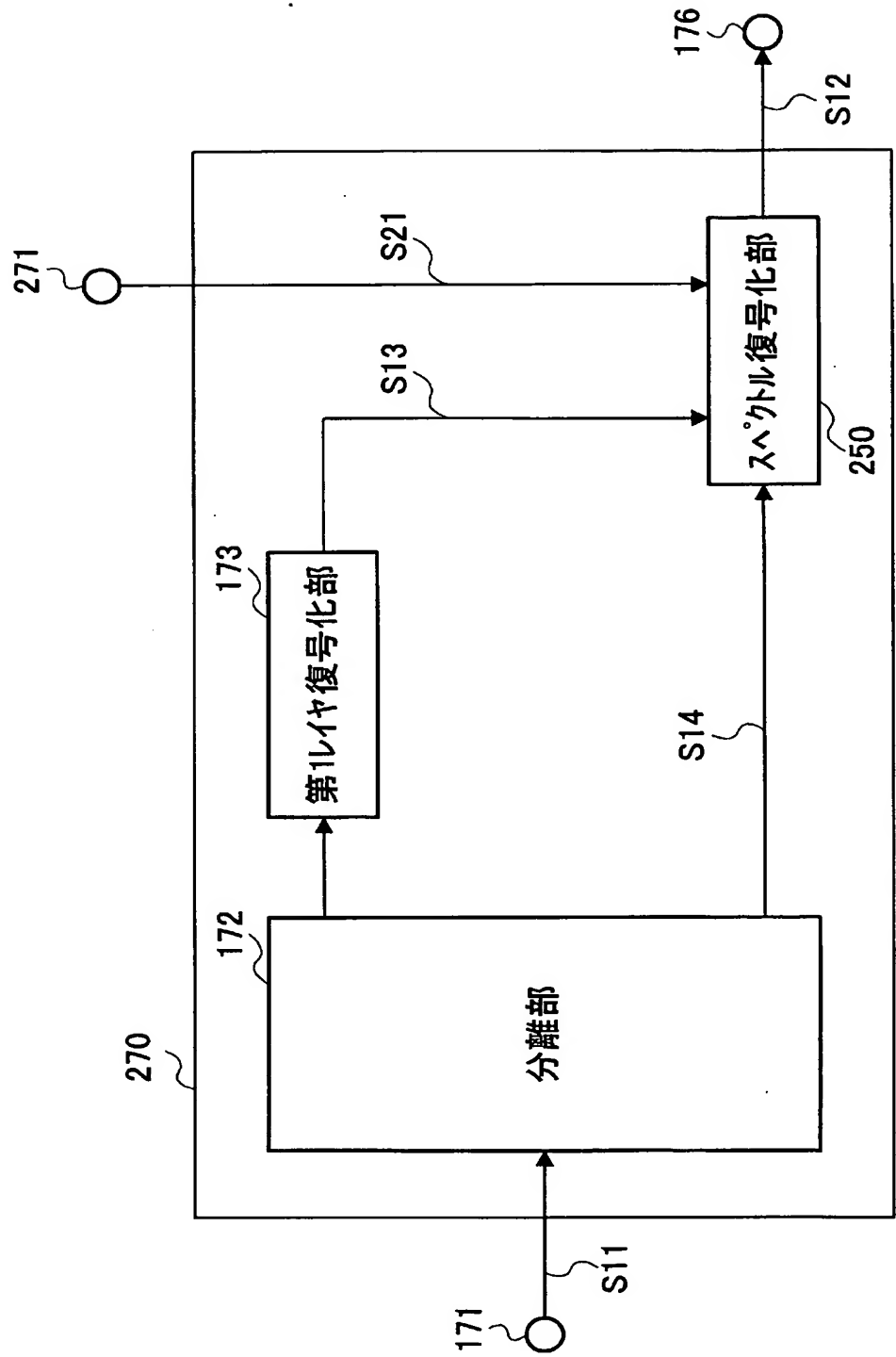
[図14A]



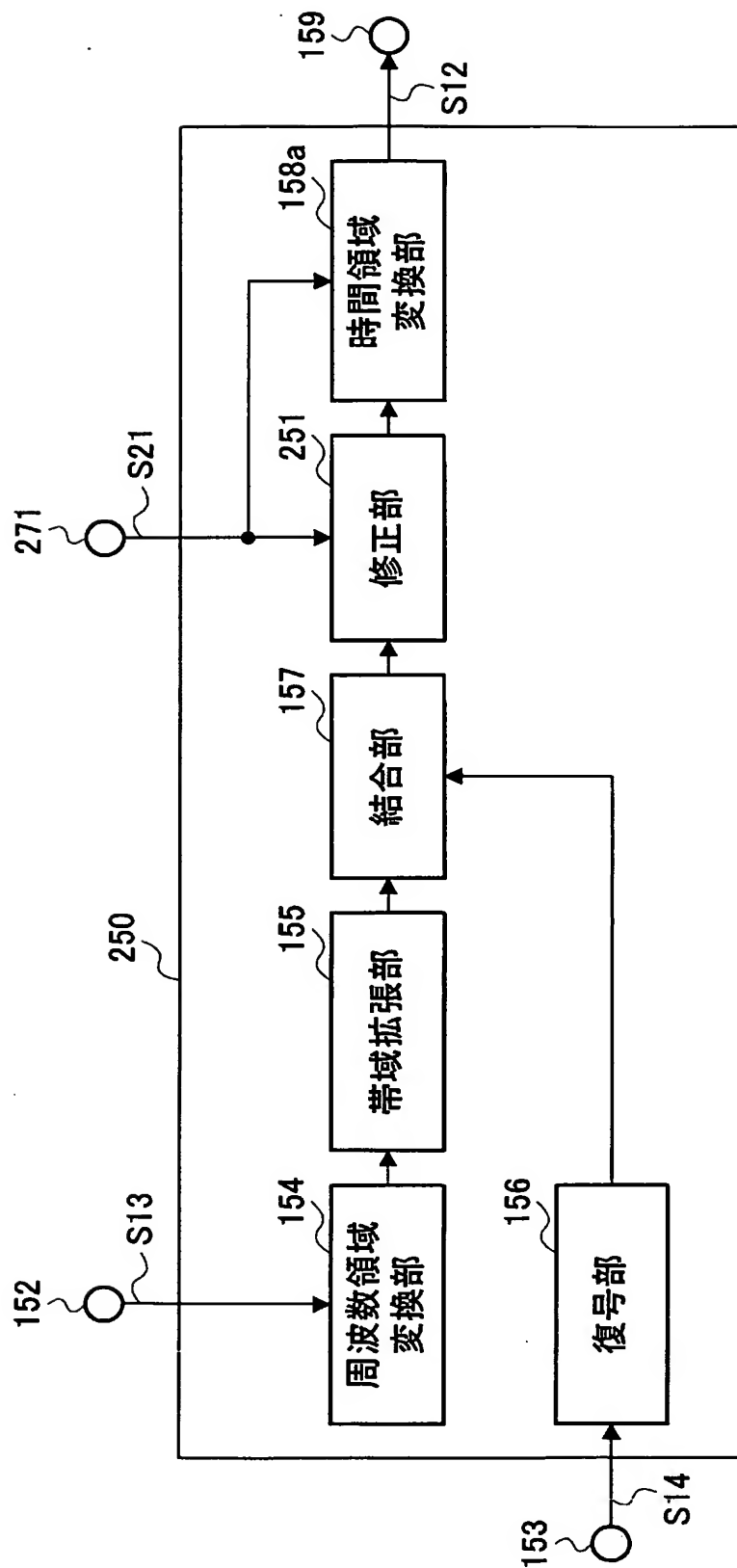
[図14B]



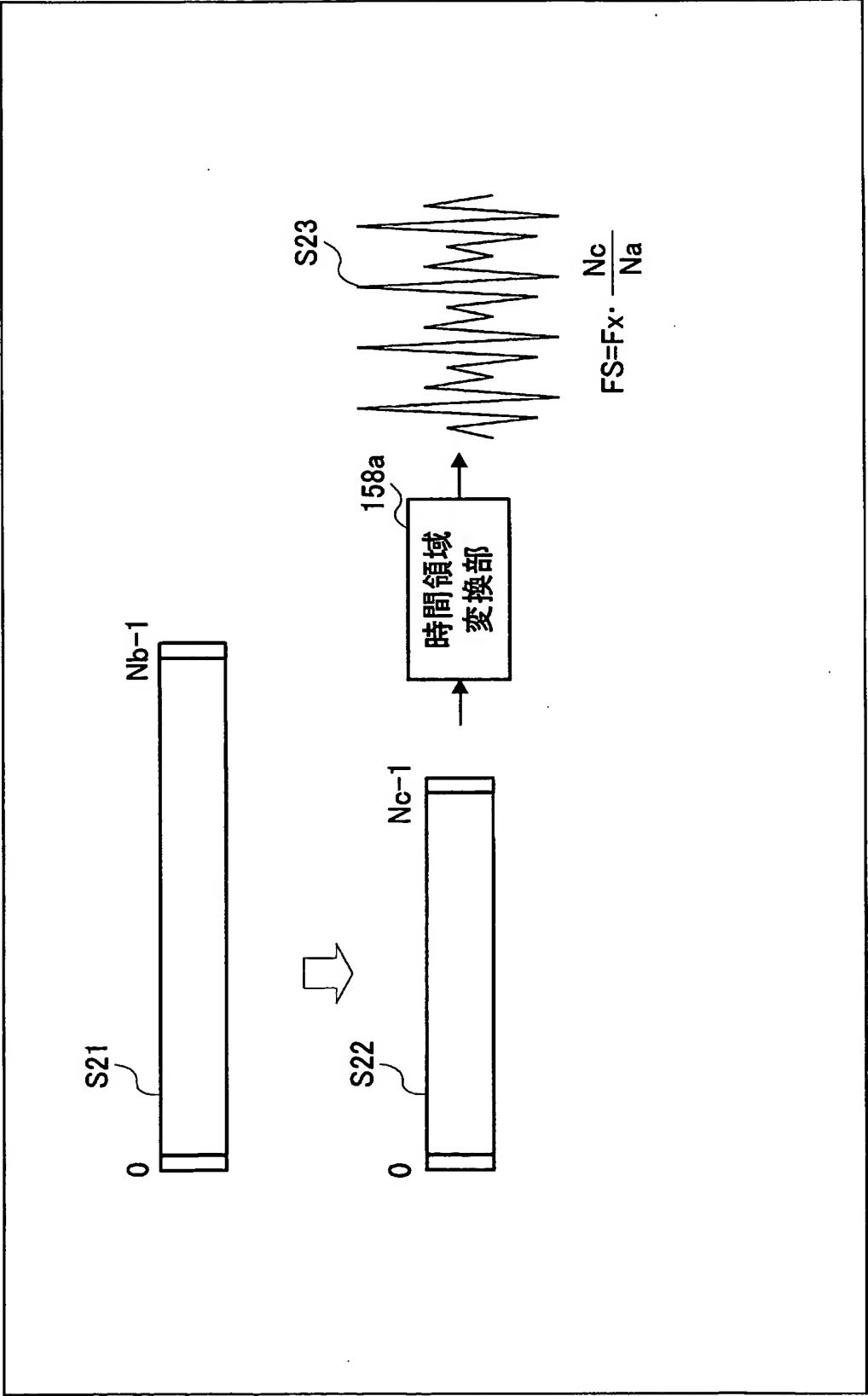
[図15]



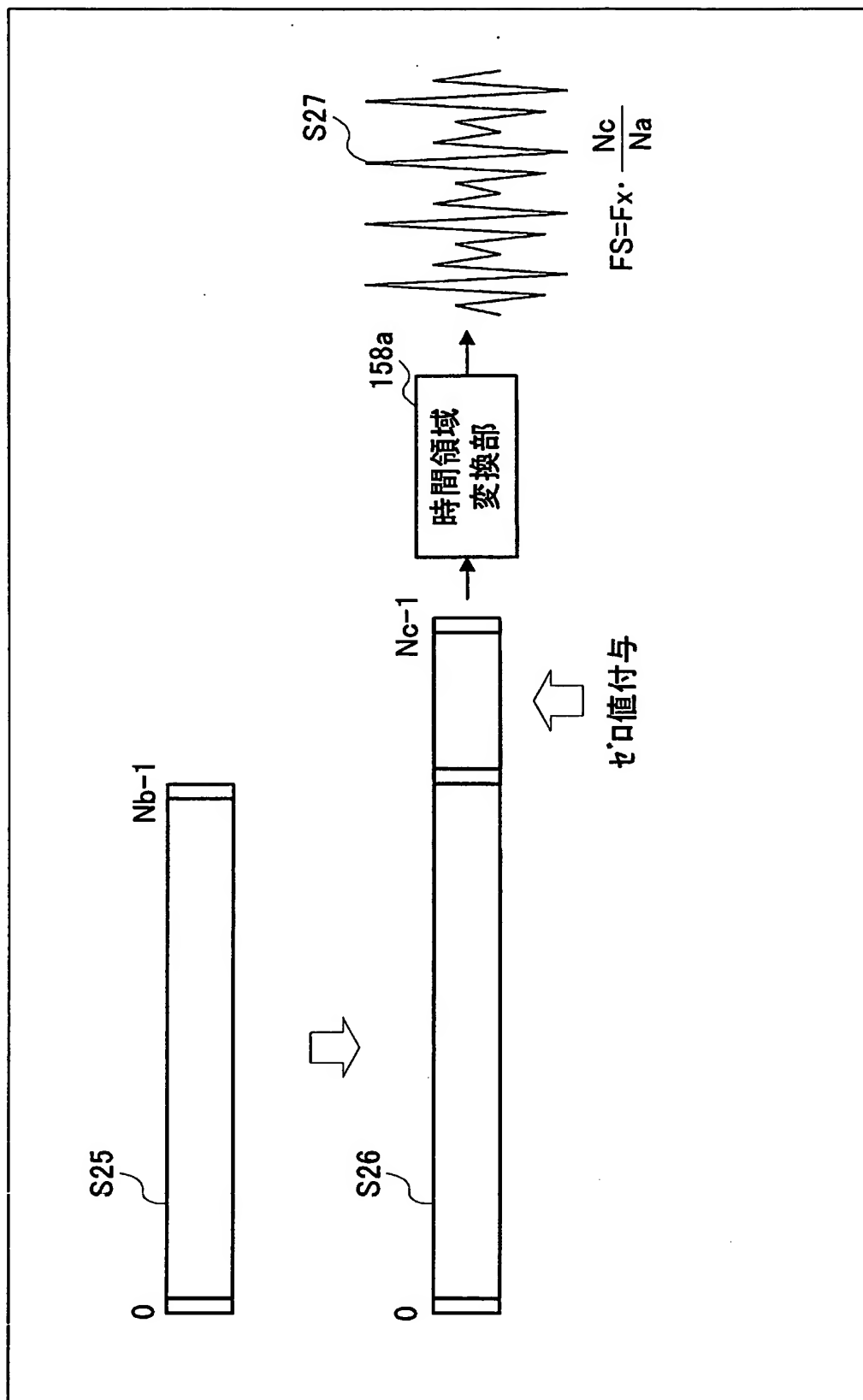
[図16]



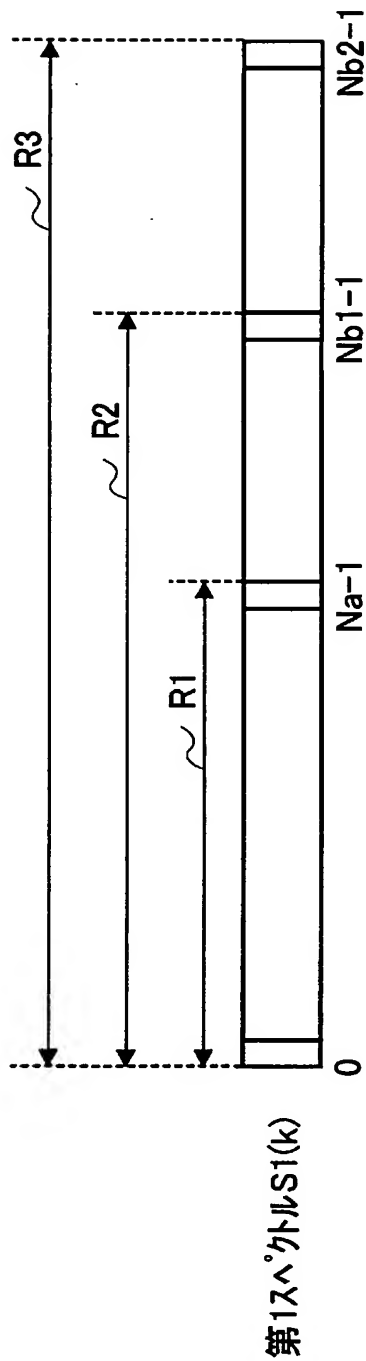
[図17]



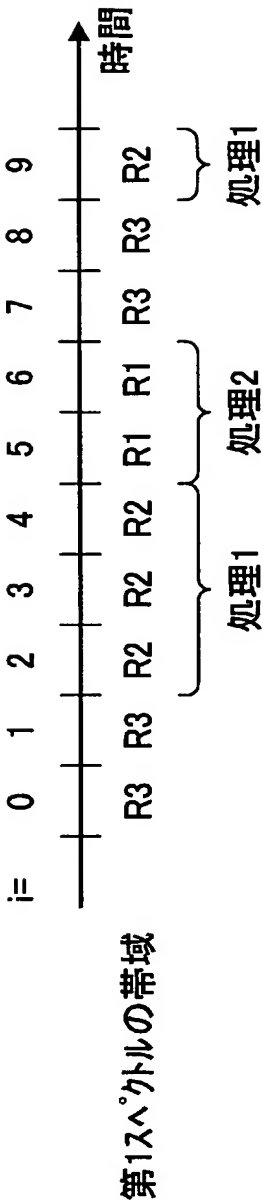
[図18]



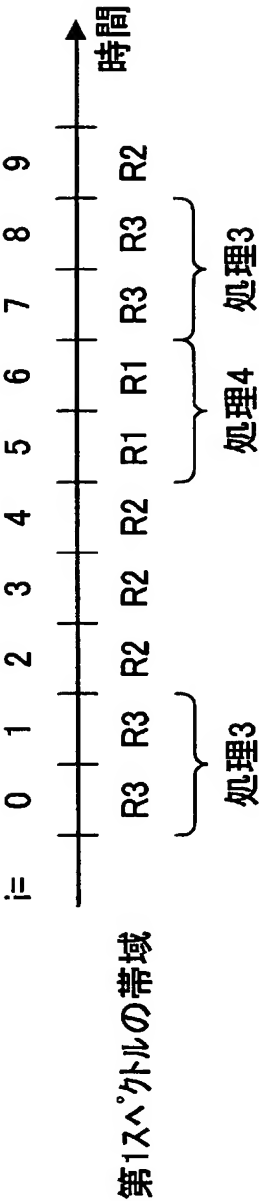
[図19]



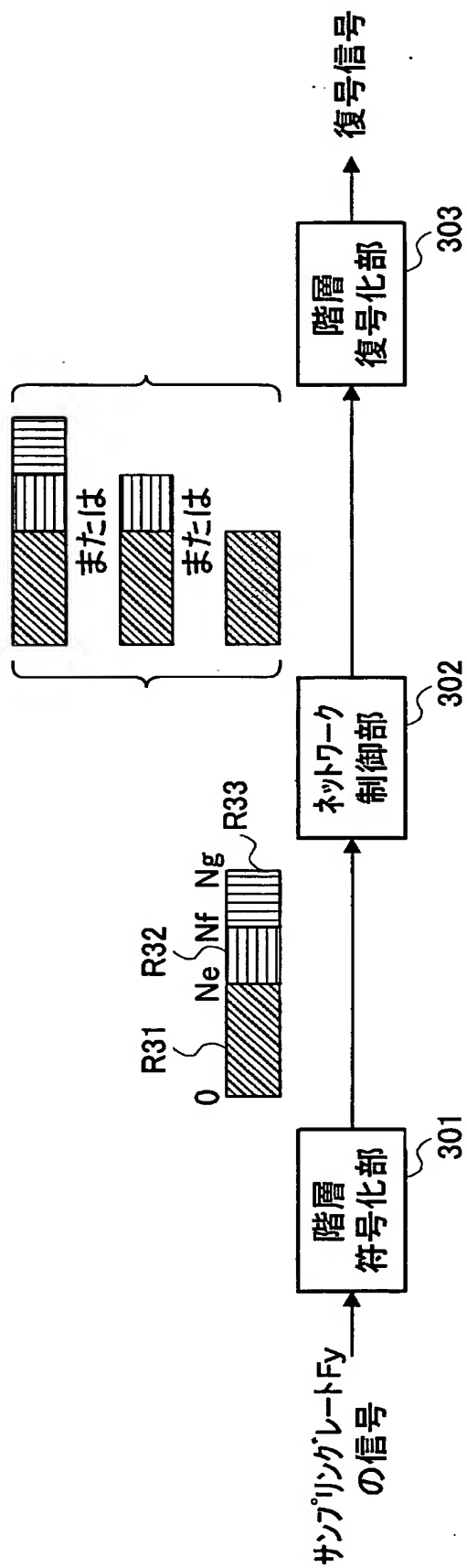
[図20A]



[図20B]



[図21]



[図22]

